Über die Zusammensetzung und Verdaulichkeit von Saflorkuchen und von verschiedenen Futtermitteln tierischer Herkunft.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

einer

Hohen Philosophischen Fakultät der Universität

Rostock.

Vorgelegt von

Carl Eichler

aus Goldberg (Mecklb.)

1930

Druck von H. Simonsen, Buch- und Kunstdruckerei, Neumünster in Holstein

Über die Zusammensetzung und Verdaulichkeit von Saflorkuchen und von verschiedenen Futtermitteln tierischer Herkunft.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

einer

Hohen Philosophischen Fakultät der Universität

Rostock.

Vorgelegt von

Carl Eichler

aus Goldberg (Mecklb.)

1930

Druck von H. Simonsen, Buch- und Kunstdruckerei, Neumünster in Holstein

Referent: Professor Dr. Honcamp.
Tag der mündlichen Prüfung: 20. Dezember 1930.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinen lieben Eltern
in Dankbarkeit!

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41552722_0046

Inhaltsangabe.

Teil I, Herkunft, Zusammensetzung und Verdaulichkeit der Saflorkuchen . . . . . 5—17

Allgemeiner und botanischer Teil . . . . . 5—7

Chemischer Teil 7 15

Fütterungsversuche mit Milchvieh . . . . . 15—16

Zusammenfassung . . . . . 16—17

Teil II, Anforderungen an die Beschaffenheit von Trockenmilch, ihre Verwendung und Herstellung. Ueber die Verdaulichkeit verschiedener Arten Trockenmilch . . . . . 18—45

Allgemeines . . . . . 18—26

Verwertung der Trockenmilch . . . . . 26—29

Herstellung der Trockenmilch . . . . . 29—36

Walzenverfahren . . . . . 30—34

Sprühverfahren . . . . . 34—36

Frühere Versuche, Zusammensetzung und Verdaulichkeit der Trockenmilch . . . . 36—43

Zusammenfassung . . . . . 43—45

Literaturangaben 45

Teil III, Herstellung, Zusammensetzung und Verdaulichkeit einiger Futtermittel tierischer Herkunft . . . . . 46—78

Tierkörpermehl . . . . . 46—62

Allgemeines . . . . . 46—54

Chemischer Teil . . . . . 54—58

Verdaulichkeitsuntersuchungen . . . . . 58—62

Fischmehle 1 und 2, Fleischmehl, Fleischknochenmehl, Knochenschrot, Walmehle 1 und 2 und Waltierknochenmehl . . . . . 62—78

Allgemeines . . . . . 62—66

Chemischer Teil . . . . . 66—68

Verdaulichkeitsuntersuchungen . . . . . 69—78

Zusammenfassung 78

Literaturangabe 79

I. Teil.

Herkunft, Zusammensetzung und Verdaulichkeit der Saflorkuchen.

Allgemeiner und botanischer Teil.

Die Abfälle bzw. Rückstände der Ölfabrikation spielen in der landwirtschaftlichen Praxis eine wichtige Rolle als Kraftfuttermittel, über deren Eigenschaften, Zusammensetzung, Verdaulichkeit und Futterwert man sich vor ihrer Verfütterung an Nutztiere unbedingt aufklären muß. Die hier in Frage kommenden Ölkuchen sind durch Auspressen der zerkleinerten Samen in hierzu besonders konstruierten Pressen gewonnen und stammen von einer einjährigen, einköpfigen, mit dornig gezähnten, eiförmigen Blättern versehenen Pflanze, Carthamus tinctorius Linné, Familie der Kompositen. Die Saflorpflanze, auch Färbersaflor, Färbedistel, wilder Safran, Bastardsafran usw. genannt, war ursprünglich in Ostindien heimisch, wird aber auch in Persien, Ägypten, Spanien, Frankreich und auch bei uns in Deutschland, so im Elsaß und Thüringen kultiviert. In den „Grundsätzen der rationellen Landwirtschaft" von A. Thaer, Berlin 1812, wird schon über den Anbau von Saflor geschrieben. Man liest dort u. a.: „Saflor erfordert einen kräftigen, in gartenmäßiger Kultur stehenden Boden. Wenn im August die Blüten gelb und dunkler geworden sind, werden sie ausgezogen, was aber nur vormittags und nicht in der Mittagsonne geschehen darf, und getrocknet. Man läßt die Pflanze nun stehen und völlig reifen, wo sie dann ausgerauft, getrocknet und abgedroschen wird, um den Samen dann davon zu gewinnen, der gutes aber nicht vieles Öl

enthält." Die safrangelben, später rot werdenden Blüten weisen eine gewisse Ähnlichkeit mit denen der Disteln auf. Das Safrangelb, das sich in den Blüten befindet, ist weniger wertvoll als das Saflorrot, das Karthamin, das in den Blumenblättern enthalten und in Weingeist und alkoholischen Flüssigkeiten leicht löslich ist. Seit der Entdeckung des Anilins hat allerdings die Anwendung der Saflorfarbstoffe fast ganz nachgelassen. Das Safloröl, bei dessen Gewinnung der Saflorkuchen als Preßrückstand bleibt, ist eine klare, dünne Flüssigkeit und dient nach Hegi in Ägypten größtenteils zu Brennzwecken, in Abessinien als Speiseöl. Das Öl und auch die Samen sind nach verschiedenen Angaben früher häufig therapeutisch verwandt worden. Safloröl ist ein gutes Speiseöl, das ebenso wie das Sonnenblumenöl Glyceride der Palmitin-, Öl-, Linol- und Linolensäure enthält, in nördlichen Zonen mehr Linolensäure. Es wird dort für Lacke und Firnisse verwandt, in südlichen zur Seifenherstellung. Das Öl läßt sich ähnlich wie das Sonnenblumenöl härten. Bei hohen Temperaturen polymerisiert es. (Oel-Fett. Ind. 1928 Nr. 6, 26—27, Moskau). V. A. Tamhane schreibt in „Chemische Studien über Saflorsamen und dessen Keimung"[1]) wie folgt: „Die Reservestoffe des Saflorsamens bestehen hauptsächlich aus Öl und Proteinsubstanz. Der ruhende Samen enthält weder Stärke, Glucosid noch Tannin und nur eine kleine Menge nicht reduzierender, inversionsfähiger Zucker und wahrscheinlich keinen Rohrzucker. Das Sauerwerden des Öls während der Keimung wird durch Enzyme bewirkt."

Die Saflorpreßrückstände kommen als bräunliche, teils schalenreiche, teils schalenärmere sehr harte Kuchen häufig unter dem Namen „indischer Sonnenblumenkuchen" in den Handel. Die Feststellung, ob in Mischfuttern Saflorkuchen enthalten ist, kann, abgesehen von dem mikroskopischen Nachweis, der zweifellos der einwandfreieste ist, durch eine von Wahl aufgefundene Farbreaktion erbracht werden. Übergießt man nach E. Reinmuth, der sich näher hiermit beschäftigt hat, die Rückstände der Keimlingsgewebe mit roher käuflicher Salzsäure und erwärmt gelinde, so wird an die überstehende Flüssigkeit ein besonderer, nicht sehr beständiger Farbstoff abgegeben. Bei Behandlung mit konzentrierter Salzsäure zeigt sich schon bei Zimmertemperatur nach einigen Minuten eine gelbe bis grüngelbe, später, besonders bei gelinder Erwärmung, oliv- bis moosgrüne Verfärbung der überstehenden Flüssigkeit und auch des Rückstandes, die aber verhältnismäßig schnell wieder verschwindet. Nach nicht langer Zeit wird der Säureauszug wässerig dunkel rotbraun, in auffallendem Licht schwarzbraun. Gibt man zum

[1]) India Dept. Agr. Mem. Chem. Ser. 6, 223—44; Exp. Stat. Rec. 50/427.

Säureauszug destilliertes Wasser, so bildet sich eine molkige, weißviolette Trübung; eine schwache Grünfärbung tritt auch beim Aufschließen der Rückstände mit 10%iger Salzsäure auf. Diese verschwindet jedoch beim leichten Aufkochen wieder vollständig, so daß zuletzt nach Abgießen der Säure der Rückstand eine völlig unauffällige hellgraubraune Färbung besitzt, wobei die Oberfläche der weißen Fruchtschale bräunlich geworden ist und ihre innersten Schichten einen schwärzlichen Farbton angenommen haben. Dadurch ist bei oberflächlicher Betrachtung insbesondere bei kurzgebrochenen Schalenteilen eine gewisse Ähnlichkeit mit den in gleicher Weise behandelten Fruchtschalen der Sonnenblume eingetreten.

Chemischer Teil.

Über die chemische Zusammensetzung von Saflorkuchen liegen bisher wenige Untersuchungen vor, Versuche über die Verdaulichkeit überhaupt nicht. M. Schmörger[1]) fand im Mittel folgende Werte: 42,7—53,8 im Durchschnitt 48,3 v. H. Protein, 6,8 – 8,4 v. H. = 7,6 v. H. Fett im Mittel. Nach Loges[2]) enthielten Saflorkuchen im Mittel von mehreren Untersuchungen 41,8 v. H. Protein und 9 v. H. Fett. Aus zwei anderen Untersuchungen geht hervor, daß der Gehalt an Rohnährstoffen bei Saflorkuchen gewissen Schwankungen unterworfen ist, je nachdem die Rückstände von geschälten oder ungeschälten Samen der Saflorpflanze stammen, was auch aus den nachstehenden Vollanalysen ersichtlich ist:

	Probe I[3]) v. H.	Probe II[4]) v. H.
Wasser	11,5	9,5
Rohprotein	53,8	16,6
N-freie E.	15,1	25,3
Rohfett (Ätherextrakt)	6,8	10,2
Rohfaser	6,8	33,6
Asche	6,0	4,8

Was unsere drei Proben, bezeichnet als Saflor I, Saflor II und Saflor III, betrifft, so unterschieden sich diese schon rein äußerlich durch ihre Farbe. Während Probe I eine mehr schmutzig graubraune Färbung aufwies, zeigten Probe II und III eine ausgesprochen hell- bis mittelbraune Farbe. Der Geruch des Saflors I war fast ranzig, der der beiden anderen mehr aromatisch. Die von uns angestellten

[1]) Jahresber. der Landw. Vers. Stat. Danzig, 1904/05, 1905/06, 1909/10.
[2]) Jahresber. der Landw. Vers. Stat. Danzig, Pommerits 1906.
[3]) Jahresber. der Landw. Vers. Stat. Danzig 1904/05, 1906/07, 1909/10.
[4]) M. Kling, Handelsfuttermittel, E. Ulmer-Stuttgart 1928.

Untersuchungen über die chemische Zusammensetzung der betreffenden Saflorkuchen ergaben folgendes:

Tabelle I.

	Saflorkuchen Nr. I		Saflorkuchen Nr. II		Saflorkuchen Nr. III	
	in der Original-Substanz v. H.	in der Trocken-Substanz v. H.	in der Original-Substanz v. H.	in der Trocken-Substanz v. H.	in der Original-Substanz v. H.	in der Trocken-Substanz v. H.
Feuchtigkeit	7,49	—	8,08	—	9,11	—
Rohprotein	20,14	21,77	47,80	52,00	43,98	48,39
Rein-Eiweiß	19,28	20,84	44,37	48,27	41,84	46,03
Amide	0,86	0,93	3,43	3,73	2,14	2,36
N-freie Extraktstoffe	26,99	29,18	20,79	22,62	18,90	20,79
Rohfett (Ätherextrakt)	5,95	6,43	7,82	8,51	9,33	10,27
Rohfaser	32,62	35,26	7,44	8,09	10,72	11,79
Asche (C- u. CO_2-frei)	6,81	7,36	8,07	8,78	7,96	8,76

Saflor I besitzt gegenüber den beiden anderen einen verhältnismäßig geringen Proteingehalt, wogegen der Rohfasergehalt wesentlich höher ist. Wie schon oben erwähnt, muß man annehmen, daß Saflor I aus ungeschälten, Saflor II und III dagegen aus geschälten Samen hergestellt sind. Die beiden letzteren zeichnen sich durch einen sehr hohen Proteingehalt aus, wie er sich nur in den eiweißreichsten Ölrückständen vorfindet. Der Fettgehalt kommt dem der üblichen Preßkuchen nahe.

An mineralischen Bestandteilen wurden in den Saflorkuchen gefunden:

Tabelle II.

	Saflorkuchen Nr. I v. H.	Saflorkuchen Nr. II v. H.	Saflorkuchen Nr. III v. H.
P_2O_5	0,89	1,60	2,24
CaO	0,82	0,62	0,59
MgO	0,05	0,04	0,03
K_2O	0,57	0,97	1,46
Na_2O	0,32	0,31	0,45
Cl	0,03	0,05	0,25
SO_3	0,24	0,20	0,17
HCl Unlöslich.	2,90	3,20	1,90

Alle drei Saflorkuchen sind von uns durch Ausnutzungsversuche mit Schafen auf ihre Verdaulichkeit untersucht. Das

Grundfutter bestand aus 600 gr mit etwas Strohhäcksel vermischtem Kleeheu, dem in den einzelnen Perioden verschiedene Mengen Saflorkuchen zugelegt wurden (vgl. auch nächste Tabelle). Nach bisherigen Angaben in der Literatur sollen die Saflorrückstände einen bitteren Geschmack besitzen und außerdem in diätetischer Beziehung wenig bekömmlich sein, so daß man annehmen mußte, sie würden von den Tieren nicht gerne aufgenommen, was wir allerdings nicht wahrnehmen konnten. Es wurden dem Grundfutter zwischen 160 und 200 gr wechselnde Mengen Saflorkuchen pro Tag und Hammel zugelegt. Die Versuche selbst wurden wie üblich an in Zwangsställen sich befindenden Tieren vorgenommen und zwar mit 6 Tagen Vor- und 10 Tagen Hauptfütterung, jedoch wurde mit letzterer erst begonnen, wenn die Tiere die Futtermenge in den 6 Vorfütterungstagen restlos aufgezehrt hatten. Während der 10 Hauptfütterungstage wurde alle 24 Stunden der Kot den Sammlungsbeuteln entnommen und zur Untersuchung vorbereitet. Der zehnte Teil jeder Tageskotmenge, somit nach zehn Tagen ein Tagesdurchschnitt, wurde in Gläser gewogen und im Trockenschrank getrocknet. Nachdem man den Kot hatte lufttrocken werden lassen, wurde der Verlust durch Zurückwägen festgestellt und später durch Trocknen bei 105° die absolute Trockensubstanz bestimmt.

Das als Grundfutter verabfolgte Kleeheu hatte in der wasserfreien Substanz folgende Zusammensetzung: 11,45 v. H. Rohprotein, 44,53 v. H. N-freie Extraktstoffe, 1,27 v. H. Rohfett, 36,64 v. H. Rohfaser, 93,89 v. H. Organische Substanz und 6,11 v. H. C- und CO_2-freie Asche. Die Zusammensetzung der Futterrationen in den einzelnen Perioden war folgende:

Tabelle III.

	Gesamtmenge gr	Trockensubstanz v. H.	Trockensubstanz gr
I. Periode			
Grundfutter: Kleeheu	600	81,49	488,94
II. Periode			
Grundfutter: Kleeheu	600	81,49	488,94
+ Saflorkuchen Nr. I	160	91,59	146,54
zusammen	760	—	635,48
III. Periode			
Grundfutter: Kleeheu	600	81,49	488,94
+ Saflorkuchen Nr. II	180	91,66	164,99
zusammen	780	—	653,93
IV. Periode			
Grundfutter: Kleeheu	600	81,49	488,94
+ Saflorkuchen Nr. III	200	92,58	185,16
zusammen	800	—	674.10

Die in den einzelnen Perioden von den Versuchshammeln ausgeschiedenen Kotmengen finden wir in den Tabellen IV und V (s. folgende Seite):

Tabelle IV.

Grundfutterperioden.

Datum	Stalltemperatur °C	Kot frisch gr	Gesamtmenge der Kot-trockensubstanz gr	Kot frisch gr	Gesamtmenge der Kot-trockensubstanz gr	Kot frisch gr	Gesamtmenge der Kot-trockensubstanz gr	Kot frisch gr	Gesamtmenge der Kot-trockensubstanz gr
		Hammel 3		**Hammel 4**		**Hammel 5**		**Hammel 6**	
29. I. 1929	13,0	432,0	207,8	417,5	188,7	384,0	191,3	409,5	199,3
30. I. 1929	12,0	400,0	196,9	384,0	179,2	432,0	204,6	405,5	194,0
31. I. 1929	12,0	389,5	189,0	431,5	195,5	423,5	208,3	387,0	182,1
1. II. 1929	11,0	397,5	195,5	417,5	197,0	399,5	199,1	426,0	186,3
2. II. 1929	10,5	376,0	187,1	348,0	173,3	412,0	208,1	405,0	180,2
3. II. 1929	10,5	357,5	186,0	372,5	182,0	481,5	228,2	464,5	197,7
4. II. 1929	10,8	349,5	180,1	341,5	203,8	390,0	182,3	448,0	192,2
5. II. 1929	11,0	409,5	207,1	416,5	201,7	400,5	194,1	450,0	199,3
6. II. 1929	12,5	408,0	203,1	402,0	197,9	408,0	193,2	464,0	203,4
7. II. 1929	12,0	452,0	223,4	426,5	202,9	485,5	219,0	438,0	200,5
im Mittel	11,5	397,2	197,6	404,8	192,2	421,7	202,8	429,8	193,5

Die Fäces wiesen folgende chemische Zusammensetzung in der Trockensubstanz auf:

Tabelle VI.

	Organisch. Substanz v. H.	Roh-Protein v. H.	N-freie Extraktstoffe v. H.	Rohfett (Äther-Extrakt) v. H.	Rohfaser v. H.	Asche (C- und CO_2-frei) v. H.
Grundfutterperiode						
Hammel 3	90,22	11,72	44,61	1,88	32,01	9,78
Hammel 4	89,71	12,24	44,95	1,88	30,64	10,29
Hammel 5	90,46	11,08	44,86	1,72	32,80	9,54
Hammel 6	89,95	11,47	44,45	1,80	32,23	10,05
Periode Saflor I						
Hammel 3	89,98	9,25	41,06	1,57	38,10	10,02
Hammel 4	89,30	9,24	40,83	1,49	37,74	10.70
Periode Saflor II						
Hammel 5	87,61	11,66	39,37	1,60	34,98	12,39
Hammel 6	87,66	11,46	39,76	1,65	34,79	12,34
Periode Saflor III						
Hammel 5	87,08	10,46	41,00	1,51	34,11	12,92
Hammel 6	87,05	10,78	40,64	1,44	34,19	12,95

Tabelle V.

Saflorkuchenperioden.

Datum	Saflorkuchen Nr. I					Datum	Saflorkuchen Nr. II.					Datum	Saflorkuchen Nr. III.				
		Hammel 3		Hammel 4				Hammel 5		Hammel 6				Hammel 5		Hammel 6	
	Stall-temperatur	Kot frisch	Kot-trok-ken-sub-stanz	Kot frisch	Kot-trok-ken-sub-stanz		Stall-temperatur	Kot frisch	Kot-trok-ken-sub-stanz	Kot frisch	Kot-trok-ken-sub-stanz		Stall-temperatur	Kot frisch	Kot-trok-ken-sub-stanz	Kot frisch	Kot-trok-ken-sub-stanz
	⁰ C	gr	gr	gr	gr		⁰ C	gr	gr	gr	gr		⁰ C	gr	gr	gr	gr
22. II. 29.	14,3	672,7	314,1	559,9	285,0	19. IV. 29.	16,8	537,5	249,8	513,0	245,2	2. IV. 29.	15,5	510,5	231,2	564,5	255,5
23. II. 29.	14,5	430,0	232,2	640,7	297,3	20. IV. 29.	16,7	501,5	243,8	500,5	258,5	3. IV. 29.	15,8	551,3	267,6	494,5	247,4
24. II. 29.	13,8	621,4	326,5	554,7	274,1	21. IV. 29.	16,0	535,0	243,4	517,0	249,1	4. IV. 29.	15,5	554,5	270,6	502,0	246,5
25. II. 29.	13,5	484,9	249,2	503,6	254,5	22. IV. 29.	16,2	478,0	222,5	491,5	239,2	5. IV. 29.	15,3	568,0	266,0	514,5	259,9
26. II. 29.	13,0	564,5	303,4	603,5	304,5	23. IV. 29.	16,2	553,5	253,9	479,5	237,2	6. IV. 29.	14,8	558,5	263,4	484,0	245,8
27. II. 29.	13,0	539,5	298,5	515,0	265,7	24. IV. 29.	15,3	546,5	247,5	488,0	247,5	7. IV. 29.	14,7	589,5	277,4	509,5	259,2
28. II. 29.	13,2	539,0	296,4	552,0	280,6	25. IV. 29.	15,3	475,0	225,1	468,5	234,2	8. IV. 29.	15,0	587,5	264,8	491,5	243,4
1. III. 29.	13,2	470,0	260,9	518,5	263,6	26. IV. 29.	15,3	492,5	237,9	535,0	260,8	9. IV. 29.	16,0	515,0	242,9	516,0	248,9
2. III. 29.	13,5	566,5	313,9	609,2	296,1	27. IV. 29.	15,0	472,5	220,0	481,0	231,2	10. IV. 29.	16,0	495,5	244,4	504,0	253,0
3. III. 29.	14,0	518.0	282,2	600,0	284,2	28. IV. 29.	15,2	527,0	264,0	535,5	256,4	11. IV. 29.	15,8	553,0	265,1	477,0	241,6
im Mittel	13,6	540,7	287,7	565,7	280,6	im Mittel	15.8	511,9	240,8	501,0	245,9	im Mittel	15,8	548,3	229,3	505,8	250,1

Mit Hilfe aller hier wiedergegebenen Daten berechnet sich zunächst die Verdaulichkeit des Kleeheus wie folgt:

Tabelle VII.

	Trokkensubstanz gr	Organische Substanz gr	Rohprotein gr	N-freie Extraktstoffe gr	Rohfett (Äth.-Extr.) gr	Rohfaser gr	Asche (C- u. CO_2-frei) gr
Hammel 3							
600 gr Kleeheu enthalt.	488,94	459,07	55,99	217,73	6,21	179,15	29,87
im Kote ausgeschieden	197,60	178,27	23,16	88,13	3,71	63,25	19,33
verdaut in gr	291,34	280,80	32,83	129,60	2,50	115,90	10,54
verdaut in %	59,6	61,2	58,6	59,5	40,3	64,7	35,3
Hammel 4							
Gesamtverzehr	488,94	459,07	55,99	217,73	6,21	179,15	29,87
im Kote ausgeschieden	192,20	172,42	23,53	86,39	3,61	58,89	19,78
verdaut in gr	296,74	286,65	32,46	131,34	2,60	120,26	10,09
verdaut in %	60,1	61,8	58,3	59,9	41,1	65,9	34,5
Hammel 5							
Gesamtverzehr	488,94	459,07	55,99	217,73	6,21	179,15	29,87
im Kote ausgeschieden	202,81	183,46	22,47	90,98	3,49	66,52	19,35
verdaut in gr	286,13	275,61	33.52	126,75	2,72	112,63	10,52
verdaut in %	58,5	60,0	59,9	58,2	43,8	62,9	35,2
Hammel 6							
Gesamtverzehr	488,94	459,07	55,99	217,73	6,21	179,15	29,87
im Kote ausgeschieden	193,50	174,05	22,19	86,03	3,48	62,36	19,45
verdaut in gr	295,44	285,02	33,80	131,70	2,73	116,79	10,42
verdaut in %	59,5	61,1	60,1	59,4	43,9	64,0	35,1

Die Zusammensetzung der Futterrationen in den drei Hauptperioden, in denen die Saflorkuchen dem Kleeheu als Beifutter zugelegt wurden, war auf wasserfreie Substanz berechnet folgende:

Tabelle VIII.

	Trokkensubstanz gr	Organische Substanz gr	Rohprotein gr	N-freie Extrakt-Stoffe gr	Rohfett (Äth.-Extr.) gr	Rohfaser gr	Asche (C- u. CO_2-frei) gr
Saflorkuchen I							
600 gr Kleeheu	488,94	459,07	55,99	217,73	6,21	179,15	29,87
160 gr Saflorkuchen	146,54	135,75	31,90	42,76	9,42	51,67	10,79
Gesamtverzehr	635,48	594,82	87,89	260,49	15,63	230,82	40,66
Saflorkuchen II							
600 gr Kleeheu	488,94	459,07	55,99	217,73	6,21	179,15	29,87
180 gr Saflorkuchen	164,99	150,50	85.79	37,32	14,04	13,35	14,49
Gesamtverzehr	653,93	609,57	141,78	255,05	20,25	192,50	44,36
Saflorkuchen III							
600 gr Kleeheu	488,94	459,07	55,99	217,73	6,21	179,15	29,87
200 gr Saflorkuchen	185,16	168,94	89,60	38,49	19,02	21,83	16,22
Gesamtverzehr	674,10	628,01	145,59	265,22	25,23	200,98	46,09

Die Verdaulichkeit der drei Saflorkuchen berechnet man in der üblichen Weise, indem man zunächst von den verzehrten Nährstoffen (Nährstoffmengen) die im Kot ausgeschiedenen abzieht und von den nun erhaltenen Werten verdauter Nährstoffe die auf das Grundfutter entfallenden in Abzug bringt:

Tabelle IX.

	Trokkensubstanz gr	Organische Substanz gr	Rohprotein gr	N-freie Extraktstoffe gr	Rohfett (Äther-Extr.) gr	Rohfaser gr	Asche (C- u. CO_2 frei) gr
Saflorkuchen I							
Hammel 3 verzehrt	635,48	594,82	87,89	260,49	15,63	230 82	40,66
„ scheidet im Kot aus	287,70	258,87	26,61	118,13	4,52	109,61	28,83
„ verdaut im ganzen	347,78	335,95	61,28	142,36	11,11	121,21	11,83
„ „ vom Grundfutter	291,34	280,80	32,83	129,60	2,50	115,90	10,54
„ „ v. Saflorkuchen	56.44	55,15	28.45	12,76	8.61	5,31	1,29
Hammel 4 verzehrt	635.48	594,82	87,89	260,49	15 63	230,82	40,66
„ scheidet im Kot aus	280,56	250,54	25,92	114,55	4,18	105,88	30,02
„ verdaut im ganzen	354,92	344,28	61,97	145,94	11,45	124,94	10,64
„ „ vom Grundfutter	296,74	286,65	32,46	131,34	2,60	120,26	10,09
„ „ v. Saflorkuchen	58,18	57,63	29,51	14,60	8.85	4,68	0,55
Saflorkuchen II							
Hammel 5 verzehrt .	653,93	609,57	141,78	255,05	20,25	192,50	44,36
„ scheidet im Kot aus	240.80	210,96	28,08	94,80	3,85	84,23	29,84
„ verdaut im ganzen	413,13	398.61	113,70	160,25	16,40	108,27	14,52
„ „ vom Grundfutter	286,13	275,61	33,52	126,75	2,72	112,63	10,52
„ „ v. Saflorkuchen	127,00	123,00	80,18	33,50	13,68	—	4,00
Hammel 6 verzehrt	653,93	609,57	141,78	255,05	20,25	192,50	44,36
„ scheidet im Kot aus	245,94	215,59	28,18	97,79	4,06	85,56	30,35
„ verdaut im ganzen	407,99	393,98	113,60	157,26	16,19	106,94	14,01
„ „ vom Grundfutter	295,44	285,02	33,80	131,70	2,73	116,76	10,42
„ „ v. Saflorkuchen	112,55	108,96	79,80	25,56	13,46	—	3,59
Saflorkuchen III							
Hammel 5 verzehrt	674,10	628,01	145,59	256,22	25,23	200,98	46,09
„ scheidet im Kot ans	259,33	225,82	27,13	106,30	3,92	88,46	33,51
„ verdaut im ganzen	414,77	402,19	118,46	149,92	21,31	112,52	12,58
„ „ vom Grundfutter	286,13	275,61	33,52	126,75	2,72	112,63	10,52
„ „ v. Saflorkuchen	128,64	126,58	84,94	23,17	18,59	—	2,06
Hammel 6 verzehrt	674,10	628,01	145,59	256,22	25,23	200,98	46,09
„ scheidet im Kot aus	250,12	217,73	26,96	101,65	3,60	85,52	32,39
„ verdaut im ganzen	423,98	410,28	118,63	154,57	21,63	115,46	13,70
„ „ vom Grundfutter	295,44	285,02	33,80	131,70	2,73	116,79	10,42
„ „ v. Saflorkuchen	128,54	125,26	84,83	22,87	18,90	—	3,28

Von den einzelnen Nährstoffgruppen wurden in Prozenten verdaut (Verdauungskoeffizienten):

Tabelle X.

	Trokkensubstanz	Organische Substanz	Rohprotein	N-freie Extraktstoffe	Rohfett (Äther-Extr.	Rohfaser	Mineralstoffe
Saflorkuchen I							
Hammel 3	38,5	40,6	89,2	29,8	91,4	10,3	12,0
Hammel 4	39,7	42,5	92,5	34,1	94,0	9,1	5,1
im Mittel	39,1	41,5	90,9	32,0	92,7	9,7	8,5
Saflorkuchen II							
Hammel 5	77,0	81,7	93,5	89,8	97,4	—	27,6
Hammel 6	68,2	72,4	93,0	68,5	95,9	—	24,8
im Mittel	72,6	77,1	93,2	79,1	96,7	—	26,2
Saflorkuchen III							
Hammel 5	69,5	74,9	94,8	60,2	97,7	—	12,7
Hammel 6	69,4	74,1	94,7	59,4	99,4	—	20,2
im Mittel	69,5	74,5	94,8	59,8	98,6	—	16,5

Es scheint zunächst auch in der Verdaulichkeit der drei Saflorrückstände ein größerer Unterschied zu bestehen, der jedoch bei näherer Betrachtung dem in der chemischen Zusammensetzung vollkommen entspricht. So ist die organische Substanz der Probe I gemäß dem hohen Rohfasergehalt wesentlich geringer verdaulich als die der anderen Proben. Hingegen weisen die Verdauungskoeffizienten der beiden Hauptnährstoffe Rohprotein und Rohfett sehr hohe Daten auf, die denen der anderen hochverdaulichen Ölrückstände durchaus nicht nachstehen.

Der Gehalt an verdaulichen Nährstoffen wurde aus den oben angeführten Werten berechnet, indem die für die Rohnährstoffe (Prozente in der Trockensubstanz) gefundenen Werte mit den zugehörigen Verdauungskoeffizienten multipliziert wurden:

Tabelle XI.

	Nr. I v. H.	Nr. II v. H.	Nr. III v. H.
Rohprotein	19.78	48.48	45.84
Eiweiß	18.85	44.75	43.48
N-freie Extraktstoffe	9.33	17.90	12.43
Rohfett	5.96	8.23	10.12
Rohfaser	3.41	—	—
Stärkewert	41.23	73.24	71.47

Die Berechnung des Stärkewertes wurde nach O. Kellner vorgenommen und als Wertigkeit 92 zu Grunde

gelegt. Die dafür ermittelten Werte sind in obiger Tabelle angegeben.

Der Unterschied im Gehalt an den wertbestimmenden Bestandteilen Stärkewert und verdaulichem Eiweiß in den Proben II und III ist von Bedeutung; aber auch hier macht sich wieder der wesentlich geringere Gehalt an Stärkewerten und verdaulichem Eiweiß im Saflorkuchen I bemerkbar, den wir schon früher als schalenreichen erkannt haben. Es ist also auch bei den Saflorkuchen, ebenso wie bei allen anderen Ölfabrikationsrückständen, für die Wertbeurteilung als Futtermittel maßgebend, ob die Saflorsamen vor der Pressung entschält worden sind oder nicht. Zum Schluß der Abhandlung über die chemische Zusammensetzung wurde noch der Gehalt der drei Ölkuchen an Stärkewerten und verdaulichem Eiweiß errechnet, bezogen auf lufttrockene Substanz unter Annahme einer Feuchtigkeit von 10 v.H. Man erhielt so für praktische Verhältnisse vergleichbare Werte. Im Doppelzentner waren demnach folgende Nährstoffmengen:

Saflorkuchen:	Nr. I	Nr. II	Nr. III
Verdauliches Eiweiß	17,0 kg	40,3 kg	39,1 kg
Stärkewerte	37,1 kg	66,1 kg	64,3 kg

Stellt man einen Vergleich mit anderen Ölkuchen auf, so könnte man den rohfaserreichen Saflor I hinsichtlich seines Nährwertes mit einem aus ungeschälten Samen hergestellten Baumwollsaatkuchen vergleichen, während die beiden anderen aus geschälten Samen hergestellten in Bezug auf den Gehalt an verdaulichem Eiweiß die ihnen nahestehenden Sonnenblumenkuchen übertreffen, bezüglich des Stärkewertes diesen jedoch nachstehen.

Fütterungsversuche mit Milchvieh.

Die Ölrückstände kommen in erster Linie als eiweißreiches Beifutter für Milchkühe in Frage. Es sollen deshalb in folgendem kurz die Fütterungsversuche an Milchvieh besprochen werden, die von W. Helms auf dem Versuchsgut der Landwirtschaftskammer Mecklenburg-Schwerin Klein-Wokern angestellt wurden. Die Resultate wurden mir von Herrn Helms freundlicherweise zur Verfügung gestellt, wofür ich Herrn Helms an dieser Stelle meinen ergebensten Dank sage.

Diese Milchviehversuche erschienen notwendig, um auch die Wirkung der Saflorkuchen auf Menge und Zusammensetzung der Milch festzustellen und das viele Für und Wider zu klären.

In den zwei Versuchsreihen mit Kühen wurde die Wirkung unseres Ölkuchens einmal mit Erdnußkuchen und einmal mit Sonnenblumenkuchen in Vergleich gestellt. Um

in den einzelnen Perioden gleiche Mengen an verdaulichem Eiweiß und Stärkewerten zu verabfolgen, wurde in der ersten Versuchsreihe ein Gemisch von gleichen Teilen Soyabohnen- und Sonnenblumenkuchenschrot gegeben:

1. Versuchsreihe	2. Versuchsreihe
1. und 3. Periode:	1. und 3. Periode:
1,075 kg Sonnenblumenkuchenschrot 1,075 kg Soyaextraktionsschrot	1,70 kg Erdnußkuchen 0,55 kg Trockenschnitzel
2. Periode:	2. Periode:
1,95 kg Saflorkuchen 0,50 kg Trockenschnitzel	2,00 kg Saflorkuchen 0,45 kg Trockenschnitzel.

Aus der ersten Versuchsreihe ergab sich folgendes: In der Saflorkuchenperiode sind pro Kuh weniger ermolken worden: 1,37 kg Milch, 79 gr Fettmenge und 0,28 v. H. Fettgehalt. Man ersieht hieraus, daß nicht nur die Menge, sondern auch der prozentische Fettgehalt der Milch ungünstig beeinflußt ist. Setzt man die im Mittel der ersten und dritten Periode mit dem Vergleichsfutter erzielten Erträge = 100, so erhält man als Ausdruck für die Wirkung des Saflorkuchens folgende Werte:

Milchmenge	91
Fettmenge	83
Prozentischer Fettgehalt	90,

aus denen erhellt, daß der Saflorkuchen in jeder Hinsicht ungünstig gewirkt hat.

In der zweiten Versuchsreihe wurde der Saflorkuchen direkt mit Erdnußkuchen verglichen. In der zweiten (Saflorperiode) wurden weniger ermolken: 0,20 kg Milchmenge, 0,066 kg Fettmenge und 0,41 v. H. Fettgehalt. Setzt man wiederum die für den Erdnußkuchen gefundenen Werte = 100, so ergibt sich für Saflor:

Milchmenge	98,7
Fettmenge	85,1
Fettgehalt	86,3.

Unser Ölkuchen hat demnach auch in der zweiten Versuchsreihe die Milchmenge und besonders die Fettmenge und den prozentischen Fettgehalt ungünstig beeinflußt.

Zusammenfassung.

Der Saflorkuchen kommt häufig als „indischer Sonnenblumenkuchen“ in den Handel und ist der Rückstand der Saflorfrucht bei der Ölgewinnung. Die wahrscheinliche Heimat ist Ostindien. Das Öl findet Verwendung zu Brennzwecken und als Speiseöl, früher auch therapeutisch. Die Saflorpflanze,

Carthamus tinctorius, enthält früher viel angewandte Farbstoffe: Saflorrot und Saflorgelb.

Der Nachweis von Saflorkuchen in Futtermischungen gelingt schon durch Behandeln mit Salzsäure, wobei eine grünlich-gelbe Färbung auftritt, jedoch gilt der Nachweis auf mikroskopischem Wege als der einwandfreieste.

Die chemische Zusammensetzung weist Schwankungen auf, je nachdem es sich um geschälte oder ungeschälte Samen gehandelt hat, aus denen das Öl gewonnen wurde.

Die Verdauungskoeffizienten liegen gleich denen anderer Ölkuchen sehr hoch (für Protein und Fett). Der Gehalt an verdaulichem Eiweiß steht dem der anderen eiweißreichen Ölrückstände nicht nach, der Stärkewert bleibt jedoch zurück.

Die auch hier auftretenden wesentlichen Unterschiede wurden durch die wechselnde Beschaffenheit der Rohmaterialien (geschälte oder ungeschälte Samen) hervorgerufen.

Die Resultate der Fütterungsversuche an Milchvieh zeigen uns deutlich, daß sich Saflorkuchen bei Milchkühen in zwei verschiedenen Versuchsreihen als ungünstiges Futter erwiesen hat, indem er ausnahmslos den prozentischen Fettgehalt und auch die Fettmenge deutlich herabdrückte. Es muß daher von der Verwendung des Saflorkuchens zur Herstellung von Mischfuttern für Milchkühe als Ersatz für Sonnenblumenkuchen abgeraten werden.

II. Teil.

Anforderungen an die Beschaffenheit von Trockenmilch, ihre Verwendung und Herstellung.

Über die Verdaulichkeit verschiedener Arten Trockenmilch.

In der Hauptsache von wirtschaftlichen Erwägungen getrieben, ist man schon seit Jahren damit beschäftigt, Milchkonserven herzustellen. Man sagte sich, das in der Milch besonders reichlich vorhandene Wasser kann ja, nachdem es ihr zum Teil entzogen ist, je nach Erfordernis jederzeit wieder hinzugefügt werden. Infolge seines Gewichts bot das Wasser Schwierigkeiten beim Transport und förderte außerdem die Lebensbedingungen der schädlichen Bakterien, sodaß eine längere Aufbewahrungszeit garnicht möglich war. In Amerika führte man schon in den 50er Jahren den Gedanken aus, durch Wasserentziehung Milch zu konzentrieren. Nimmt man die mittlere Zusammensetzung der Milch zu 3,2 v. H. Fett, 3,6 v. H. Eiweißkörpern, 4,5 v. H. Milchzucker und 0,7 v. H. mineralischen Bestandteilen an, so bleiben 88 v. H. Wasser, und es erscheinen somit mindestens 80 v. H. überflüssig, d. h. entziehbar. Die ersten Versuche wurden schon 1829 von Appert in Frankreich angestellt, der Milch auf dem Wasserbad auf $^2/_3$ des Volumens eindampfte, absiebte, auf Flaschen füllte und 2 Stunden im Wasserbad erhitzte. Spätere Versuche stellte Newton 1835 an. Im Laufe der letzten Jahrzehnte haben auch in Deutschland diese Bestrebungen Fortschritte gemacht, und man kann heute als die an erster Stelle stehenden Milchkonserven die Kondensmilch und die Trockenmilch bzw. Milchpulver ansehen. Als Kondensmilch bezeichnet man ein durch ein thermisches

Verfahren auf die Hälfte bzw. $^1/_3$, $^1/_4$, $^1/_5$ des Volumens der Milch eingedicktes Präparat, das der Trockenmilch gegenüber den unbestreitbaren Vorteil besitzt, schneller durch Zusatz von Wasser in Trinkmilch verwandelt zu sein. Unter Trockenmilch versteht man ein aus frischer Milch hergestelltes Milchpräparat in pulverförmigem Zustand, das von dem Wassergehalt der Milch nur 2—7 v. H. enthält: Vollmilch 4—5 v. H., Magermilch 6—7 v. H. und weniger. Unendlich viele Nachteile, die man der Trockenmilch nachsagt, beruhen wohl auf Vorurteilen, die früher berechtigt, heute aber zum großen Teil zerstreut sind. Man denke nur an den nachgewiesenen Vitamingehalt der Trockenmilch, an den geringen Keimgehalt, an die vielen Eignungsarten und die wirtschaftlichen Vorteile; auf dies alles komme ich in dem Absatz „Moderne Verwertung der Trockenmilch" ausführlich zurück, nachdem das jetzt folgende Kapitel „Anforderungen an die Beschaffenheit der Trockenmilch" behandelt ist.

In den „Fortschritten der Medizin" 1921 fordert A. Czerny folgende unumgänglichen Eigenschaften einer Trockenmilch: 1. Die Trockenmilch muß leicht löslich in Wasser sein, 2. sie muß lange, monatelang, haltbar sein, ohne daß ihre Gebrauchsfähigkeit leidet, 3. weder Geschmack noch Geruch der Milch, noch die sonstigen chemischen Eigenschaften, die für die Ernährung von Wert sind, dürfen nennenswerte Veränderungen erfahren. Kurz, ein Präparat ist nur dann einwandfrei, wenn es sich durch Beimengung des entzogenen Quantums reinen Wassers restlos und zu allen Zeiten in das Ausgangsprodukt zurückverwandeln läßt.

Große Schwierigkeiten setzte das Eiweiß, richtiger die verschiedenen Eiweißkörper, der Herstellung einer brauchbaren Trockenmilch entgegen. Um den physikalischen Veränderungen, speziell beim Eiweiß der Denaturierung, um die es sich ja hauptsächlich handelt, wirksam entgegen arbeiten zu können, mußte man sich zunächst mit den Eigenschaften der einzelnen Bestandteile der Frischmilch, besonders mit den physikalischen Eigenarten beschäftigen.

Die Eiweißstoffe werden nur in Pflanzen gebildet und dem tierischen Körper in fertigem Zustand zugeführt, um dort dann durch den Assimilationsprozeß in einfachere bzw. kompliziertere Verbindungen ab- bzw. aufgebaut zu werden. Bekannt ist die leichte Zersetzlichkeit und die schwere Isolierbarkeit, sodaß man oft im Zweifel war, ob man ursprüngliches oder zersetztes Eiweiß vor sich hatte. Eine Einteilung in Gruppen war deshalb bis in die neueste Zeit schwer durchführbar. Die Milcheiweißstoffe zählt man zur Gruppe der echten, ursprünglichen, nativen oder genuinen Eiweiße, deren zugehörige Arten man nach wie vor nach ihren Löslichkeits- bzw. Fällbarkeitsverhältnissen unterscheidet in Albumine, Lactalbumine

Globuline, Lactoglobuline, gerinnende Eiweiße und Nukleoalbumine. Milchkasein ist der wichtigste und am meisten vorkommende Vertreter der Nukleoalbumine.

Eine Haupteigenschaft der Milcheiweiße, die bei der Herstellung der Trockenmilch zu beachten war, ist ihre leichte Koagulierbarkeit unter dem Einfluß von Wärme und anderen Einwirkungen. Die Milcheiweiße lassen sich aus dem koaguliertem Zustande niemals ohne Änderung ihrer ursprünglichen Eigenschaften wieder in Lösung bringen; vielmehr bleiben sie denaturiert, erweisen sich mithin stets als Körper mit anderen Eigenschaften und anderer Natur als die ursprünglichen Eiweißstoffe. Was die Löslichkeit bzw. Nichtlöslichkeit der Eiweiße angeht, so muß gesagt werden, daß von einer Lösung im chemischen Sinne, dem Übergang aus dem festen in den flüssigen Aggregatzustand, wie etwa bei Milchzucker oder bei Salzen, nicht die Rede sein kann. Auch in der flüssigen Milch findet man die verschiedenen Eiweißstoffe nicht derart „gelöst" vor, vielmehr sind sie hierin als kolloidale Körper enthalten, d. h. weder in einem ausgesprochen festen noch flüssigen Zustand. Man kann ihre Beschaffenheit ungefähr mit der des frischen Hühnereiweißes vergleichen. Bunge hat aus der Feststellung heraus, daß die Eiweiße kolloidale Körper sind und als solche weder durch tierische Blasen noch durch pflanzliches Pergament hindurchdiffundieren, geschlossen, daß Eiweiß überhaupt nicht in gelöstem Zustand vorkommt. Es ist vielmehr in Flüssigkeiten, also in der Milch, durch Aufnahme von Quellungswasser gequollen. Dieses Quellungswasser verhält sich ähnlich wie das Kristallwasser in harten Kristallen. Ähnlich wie der Kristall nach dem Austreiben des Kristallwassers in ein amorphes Pulver zerfällt, das niemals mehr in die Kristallform übergeführt werden kann, so lassen sich auch die Milcheiweisse nach Aufhören ihres kolloidalen Zustandes niemals mehr in diesen zurückführen. Sjöquist, Bugarsky und Liebermann suchen allerdings diese Ansicht durch den Nachweis zu widerlegen, daß Eiweiß enthaltende Lösungen bzw. Flüssigkeiten den elektrischen Strom leiten und als Anion bzw. als Kation auftreten können. Ohne Berücksichtigung jedoch der Lösungs- bzw. Nichtlösungsverhältnisse der Eiweisse hat man beobachtet, daß scheinbar geringe äußere Einflüsse wie z. B. die Wasserverdunstung an der Oberfläche einer Eiweißlösung, die Berührung mit porösen Substanzen und andere mehr bei den Eiweissen schon eine Veränderung ihres physiologischen Verhaltens bewirken. Wie aus diesen Betrachtungen hervorgeht, war ein sorgfältiges Studium des Milcheiweißes nötig, um eine Trockenmilch herzustellen, in der die Eiweißkörper die Eigenschaften des in der Frischmilch enthaltenen Eiweißes behalten hatten.

Die Bestrebungen, genuines, haltbares Eiweiß zu gewinnen, sind trotz zahlreicher Versuche nicht zu großer Bedeutung gelangt. Es waren Präparate unter dem Namen „Trockenmilcheiweiß" im Handel, die auf dem Wege der Ausfällung gewonnen waren. Das Eiweiß war später aber doch denaturiert, und Versuche, dieses durch irgend ein Chemikal wieder in genuines zurückzuverwandeln, schlugen fehl. Durch sehr feines Vermahlen hat man sich eine Löslichkeit vorzutäuschen versucht. Die Eiweißteile bilden dann eine Aufschwemmung, in der unlösliche Partikelchen vermöge ihrer Zartheit und Leichtigkeit wohl anfangs umherschwimmen, um sich später aber doch wieder am Boden abzusetzen. Es sei ein Verfahren angeführt (D.R.P. 179261), nach dem angeblich das Eiweiß in seiner genuinen Form erhalten bleibt: Die Magermilch wurde eingedickt, das Eiweiß mit Ammonsulfat ausgesalzen und die Feuchtigkeit nicht auf thermischem Wege, sondern durch gebrannten Kalk, entfernt. Dabei sollte das Quellwasser dem Eiweiß nicht entzogen werden, wie es durch Wärmetrocknung leicht der Fall ist; darauf beruht ja auch in weitaus den meisten Fällen die Denaturierung. Es ist mir unbekannt, ob sich dieses Präparat bewährt hat. Das Patent ist nach 5 Jahren erloschen.

Eine weitere Schwierigkeit bei der Trockenmilchherstellung lag in der Erhaltung der Emulsionsfähigkeit des Butterfettes. Wenn man sich kurz vergegenwärtigt, in welcher Beschaffenheit das Fett in der Milch enthalten ist, so ist es unschwer, die sich ergebenden Hindernisse zu erkennen. Das Fett schwimmt in der Frischmilch in Form feinster Tröpfchen von der Größe 2—3 μ herum und ist also ebenfalls nicht in Lösung vorhanden. Mit den wässerigen Bestandteilen der Milch (Milchzucker- und Salzlösung) bildet es eine sehr feine Emulsion, aus der es durch rein mechanische Wirkungen ausgeschieden werden kann. Vom Standpunkt der Kolloidchemie faßt man die Milch als Polydispersoid auf: Im gleichen Lösungsmittel, Wasser, sind die verschiedenen Körper in verschiedenen Feinheitsgraden verteilt. Man könnte also bezeichnen: Die Fetttröpfchen (Mikronen), die der Milch den Charakter der Emulsion erteilen, als Körper in grober Zerteilung. In kolloidaler Zerteilung sind die Eiweißstoffe (Ultramikronen; Tropfenkolloide) in der Milch enthalten. Außerdem kommt das Bikalziumphosphat in kolloidalem Zustand vor. In echter Lösung sind der Milchzucker und die meisten Milchsalze vorhanden (Amikronen). Die Fettkügelchen, von einer Eiweißdecke umhüllt, sind zu Tausenden von Milliarden in der Emulsion enthalten. Diese Eiweißdecke, an sich in ihrer Gesamtheit nicht klein, aber unendlich zart, ungefähr $^1/_{50}$ μ dick, muß im Trockenprodukt unbedingt erhalten bleiben; wie leicht es ist, sie zu zerstören, ist unschwer zu erkennen.

Früher wurden die Milchpulver vielfach schon nach ganz kurzer Zeit mehr oder weniger ranzig. Das Fett konnte man in den Lösungen als Fetttröpfchen bzw. bei niedriger Temperatur als Butterpartikelchen beobachten, es hatte eben seinen emulsiven Charakter eingebüßt. Durch die hohen Hitzegrade war der „Zusammenhang" der Milch zerstört. Der Schmelzpunkt der Fetttröpfchen war überschritten. Diese wurden flüssig und vereinigten sich zu mehr oder weniger großen Kügelchen, die naturgemäß schlechter verdaulich sind als kleine gut verteilte Fettkörperchen. Eine Verteilung des Fettes in der Trockenmilch hat man durch Homogenisierung der Milch zu erreichen versucht, worunter man eine mechanische Verkleinerung der Fettkügelchen versteht. Es ergab sich dabei jedoch eine teilweise ungenügende Haltbarkeit des Präparates, da die Fettpartikelchen der Luft ausgesetzt waren und ranzig wurden. Bei anderen Präparaten hingegen sind sie, wie schon erwähnt, von einer Kaseinhülle umschlossen. Ungenügende Haltbarkeit durch vorheriges Homogenisieren wird allerdings von einigen Forschern bestritten.

Es war also eine Aufgabe der Technik, das Trockenverfahren so durchzuführen, daß die Fettkügelchen in ihrer ursprünglichen Kleinheit im Pulver erhalten blieben.

G. C. Suplee, Leiter der chemischen Untersuchungsabteilung der Drymilk Comp. New York, schreibt u. a.: „Trockenmilch entwickelt während ihrer Aufbewahrung einen charakteristischen, schalen oder faden Zustand, das Kasein wird weniger löslich und die Farbe dunkler. Für die Entwicklung dieser Fehler ist die Gegenwart von Feuchtigkeit in dem Produkt hauptsächlich verantwortlich. Die Fähigkeit des Kaseins, seine ursprüngliche Vermischungsfähigkeit durch eine gewisse Aufbewahrungszeit beizubehalten, hängt von dem Feuchtigkeitsgehalt des Pulvers während dieser Zeit ab, ferner davon, wie es aufbewahrt wird. Milchpulver absorbiert aus der Luft sehr schnell Feuchtigkeit, die eventuell bei normaler Luftfeuchtigkeit bis 11 v. H. steigen kann. Zu große Feuchtigkeit kann das Kasein in wenigen Wochen gänzlich unfähig machen eine normale Vermischung einzugehen." Näheres hierüber siehe weiter unten.

Man kann ohne weiteres geneigt sein anzunehmen, daß bei der Trockenmilch, genau wie bei ihrem Ausgangsprodukt, der Frischmilch, die Bakterienwirkung in bezug auf die Verderblichkeit eine nicht zu unterschätzende Rolle spielt. Wie man aus folgendem ersehen wird, ist das nicht der Fall. Man hat beobachtet, daß sowohl bei der Frischmilch als auch bei der noch feuchten Kondensmilch der Gehalt an Mikroorganismen mit dem Alter beständig zunimmt. Bei der Trockenmilch dagegen ist, wie aus nachstehender Tabelle hervorgeht, genau das Gegenteil der Fall; und zwar nimmt

die Bakterienzahl um so rascher ab, je weniger Feuchtigkeit die Trockenmilch enthält. Durch den Trockenprozeß werden eben die Lebensbedingungen der Bakterien von Anfang an zerstört [1]):

Wassergehalt in %	Bakterienzahl in Gramm Trockenmilch						
	frisch	nach 2 Mon.	nach 4 Mon.	nach 6 Mon.	nach 8 Mon.	nach 10 Mon.	nach 12 Mon.
2,65	8022	4172	2616	622	383	277	262
7,04	34522	12216	1850	677	366	361	256
4,91	22508	7818	2487	655	412	354	261

Der Anfangsgehalt an Bakterien ist in dem an Feuchtigkeit reichsten Präparat natürlich am höchsten. Schon nach 6 Monaten ist die Zahl von der Anfangszahl unabhängig geworden. Einen nicht zu unterschätzenden Einfluß scheinen, wie wir bei späterer Betrachtung der Trockenverfahren sehen werden, auch die einzelnen Methoden der Trocknung zu haben. Wie schon angedeutet und erläutert, ist also nicht der Bakteriengehalt der eigentliche, die Haltbarkeit der Trockenmilch beeinträchtigende Faktor, sondern die chemische Veränderung, der jedes einzelne Butterkörnchen durch die umgebende Luft mit ihrem Sauerstoff- und Wassergehalt ausgesetzt ist.

Es hat sich herausgestellt, daß die nach den beiden Hauptverfahren, dem Walzen- oder Trommelverfahren und dem Sprüh- oder Zerstäubungsverfahren hergestellten Präparate verschieden löslich in Wasser sind, ersteres zu etwa 70 v. H. in kaltem, 80 v. H. in warmem Wasser, das im Vakuum auf Trommeln getrocknete in heißem Wasser zu 97 v. H. Das nach dem Zerstäubungsverfahren hergestellte Pulver war fast restlos in kaltem Wasser löslich. Wie wir bei den späteren Besprechungen der Apparate erfahren werden, kann diese Erscheinung kaum von verschieden hohen Temperaturen des Heizmittels herrühren, denn diese liegen bei beiden Verfahren oberhalb der Gerinnungstemperatur des Eiweißes; jedoch wird die Hauptwärme zur Wasserverdunstung benötigt und kommt bei der momentanen Austrocknung bei dem Sprühverfahren fast garnicht an das Eiweiß heran. Anders verhält es sich bei der Walzentrocknung. Die sich auf der Walze ansammelnde Breidecke muß erst eine bestimmte Dicke besitzen, bevor sie von der Abschabevorrichtung erfaßt wird. Diese Breidecke nun muß, bevor die Feuchtigkeit an der Oberfläche verdampfen kann, von der Heizwärme erst völlig durchdrungen sein, und eben hierbei muß das Eiweiß in noch feuchtem Zustand, und das ist das Wesentliche, Temperaturhöhen aushalten, bei denen es koagulieren muß. Hier war

[1]) C. Knoch, Trocknen kolloidaler Flüssigkeiten, Berlin 1927.

die Aufgabe der Technik, eine rasche und möglichst vollständige Entziehung des Wassers zu erreichen. Was den Einfluß der Feuchtigkeit bei der Aufbewahrung der Trockenmilch betrifft, so hat G. C. Supplee in dem oben angegebenen Urteil darauf aufmerksam gemacht, und es soll kurz erläutert werden, wie man sich die Zersetzung vorzustellen hat. C. Knoch schreibt darüber in der Hildesheimer Molkereizeitung 1926 Nr. 105/106. Die folgende Abbildung stellt das Strukturbild eines Milchpulverkörnchens dar. Diese Skizze wurde dem Werk von C. Knoch „Trocknen kolloidaler Flüssigkeiten" entnommen. Das Klischee wurde mir freundlicherweise von Herrn Dr. Knoch überlassen, wofür ich an dieser Stelle nochmals meinen besonderen Dank sage.

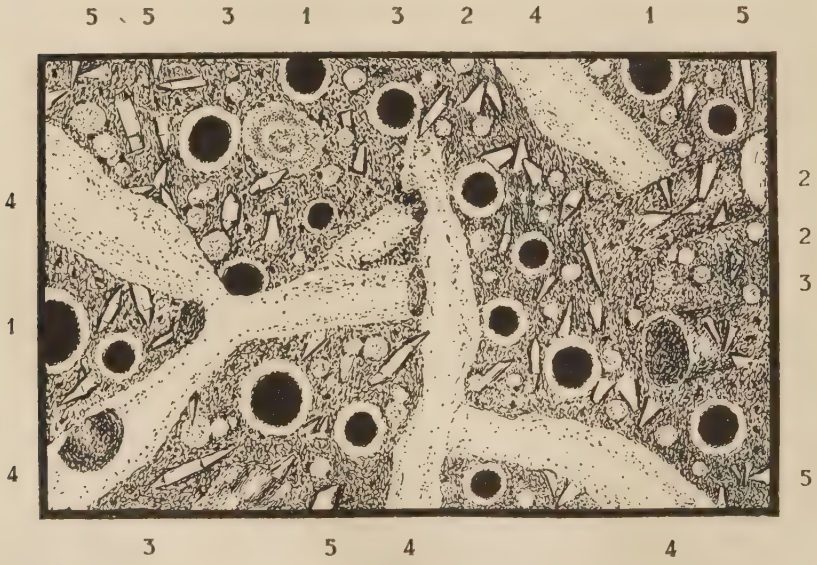

Abb. 1.

In der Abbildung 1 sind:

1) schwarze Fettkügelchen, eng umspannt von einer ganz zarten punktierten Eiweißhülle, um die rings herum eine (weiße) mit Wasserdampf erfüllte Lufthülle von mäßiger Breite gelagert ist,
2) kleine, mit Wasserdampf gefüllte kuglige Hohlräume (Vakuolen),
3) die (graue) Eiweißmenge, die etwa $^1/_3$ der ganzen Trockenmilchmasse ausmacht, und in die als kleine schwarze Pünktchen die trockenen Salze der Milch verstreut eingelagert sind,
4) große, die Masse durchziehende, lufterfüllte Poren zwischen den einzelnen Milchpulverkörnchen,

5) in der Eiweißmasse ebenfalls eingebettete Milchpulverkristalle.

Solch ein Milchhäufchen stelle man sich in mehr oder weniger feuchter Luft vor. Durch die Poren (4) wird der Wasserdampf der Luft einziehen in viele ihnen angelagerte Lufträume, in die Vakuolen, wird dann in die ringsumgelagerten Lufthüllen übertreten und sich hier zu flüssigen Wassertropfen verdichten. Diese Feuchtigkeit wird die umliegenden Salzkörnchen auflösen, und so entstehen im Innern der Trockenmilchkörnchengruppe zahllose, allerdings sehr kleine Tröpfchen einer schwachsauren Salzlösung, die bekanntlich Eiweiß rasch und leicht denaturiert und also fest, hart und unlöslich macht. So ist es allzu begreiflich, welch weitgehende Veränderung der Feuchtigkeitsgehalt bei der Aufbewahrung der Trockenmilch bewirkt, und wie wichtig es ist, bei der Herstellung auf eine schnelle und möglichst vollständige Wasserentziehung zu achten. Damit wird von vornherein die Struktur der Trockenmilch so gestaltet, daß die Vorbedingungen zur späteren Veränderung möglichst gering sind. Tritt eine zu starke Entwässerung ein, so kann man sich an Hand des Strukturbildes leicht folgendes erklären: Die Vakuolen verlieren ihre Feuchtigkeit, und es tritt in ihnen ein schwaches Vakuum ein, das ein immer stärkeres Eintreten der durch die Poren eindringenden, stets feuchten Luft in die Vakuolen veranlaßt. Also auch eine zu starke Austrocknung führt nicht zum Ziel.

Über die Löslichkeit der Milchpulver berichten M. Fonassieu und G. C. Supplee u. a. noch in einer Abhandlung in der Zeitschrift „Le Lait", 4. Jahrg. Bd. 4 Nr. 35 S. 358—69. Die Verfasser kommen durch Versuche (Durchleiten feuchter und trockener Luft) zu demselben Schluß wie oben.

F. Ballner und K. v. Stockert schreiben über „Die Veränderung des Eiweißes beim Trocknen der Milch" wie folgt [1]: „Es sollte mittels des Komplementbindungsverfahrens festgestellt werden, ob die Eiweiß-Stoffe der Milch bei der Trockenmilchherstellung eine Veränderung erleiden. Für die Versuche wurde das Milchpulver „Gallack" von G. Hamburger Wien verwandt. Es zeigte sich, daß die zur Erzeugung von Trockenmilch erforderlichen, mehr oder weniger hohen Temperaturen keine solchen Veränderungen der Eiweißkörper hervorrufen, die durch das angegebene Verfahren nachgewiesen werden könnten. Die Eiweißkörper der Trockenmilch verhielten sich hierbei ganz wie jene der nativen Milch."

Ich habe bereits oben erwähnt und begründet, daß sowohl ein zu hoher Feuchtigkeitsgehalt als auch eine zu starke Austrocknung der Trockenmilch schaden müssen. Es folgt

[1] Zeitschr. f. Untersuchung d. Nahrungs- u. Genußmittel 1922, 648—51.

daraus, daß es Aufgabe der Aufbewahrungs- bzw. der Verpackungstechnik sein muß, das Gleichgewicht zwischen dem Feuchtigkeitsgehalt in den Hohlräumen eines Trockenmilchhäufchens und der äußeren Luft möglichst herbeizuführen. Verschiedene Verfahren zur Haltbarmachung, Konservierung und Verpackungsvorrichtung sind bekannt, sie sollen hier nur im Prinzip geschildert werden. Die Merrel-Soul-Comp. Syracus U. S. A. gibt folgendes Verfahren an: In einen luftdichten Kessel bringt man die in Behältern sich befindende Trockenmilch, macht den Kessel luftleer und bringt unter Luftabschluß ein indifferentes Gas hinein, das kein ungebundenes O_2 enthält (N, CO_2, H_2, CH_4 u. a.). An dieses soll das Pulver während 20 Stunden sein absorbiertes O_2 abgeben. Das Gas wird nach dieser Zeit durch Absaugen entfernt. Die Behälter verschließt man luftdicht, wodurch ein einwandfreies Aufbewahren gewährleistet wird. Diese Vorsichtsmaßregeln werden jedoch in der Praxis nur bei Vollmilchpulvern angewandt, die für den Kleinverkauf usw. bestimmt sind.

Die Wirkungen, die das Wasser und die Luft auf das Fett der Trockenmilch ausüben, sind bis jetzt noch mehr oder weniger umstritten. In der Hauptsache ist es wahrscheinlich der Sauerstoff der Luft, der die Talgigkeit der Vollmilchpulver hervorruft und den Prozeß des Talgigwerdens erheblich beschleunigt. Die fast nur bei Trockenvollmilchpulvern auftretende Ranzidität ist nach einigen Beobachtungen auf einen hohen Säuregrad zurückzuführen, der sich schon im Ausgangsprodukt zeigte und auf das Trockenprodukt übertragen wurde. Andere Feststellungen ergaben, daß besonders die nach dem Sprühverfahren hergestellte Trockenmilch leicht einer gewissen Talgigkeit und Ranzidität unterworfen ist. Von anderer Seite wird dies allerdings bestritten. Einerseits deutete man die letztere Feststellung so, daß bei dem Trommelverfahren die in der Milch enthaltenen Lipase-Enzyme durch sehr hohe Heiztemperaturen vernichtet würden. Diese halten Temperaturen bis 78° aus; die bei dem Sprühverfahren angewandten Temperaturen von 60—70° reichen zur Vernichtung dieser fettspaltenden Enzyme nicht aus. Andrerseits behauptet man, daß bei dem Trommelverfahren fast alle Luft vertrieben wird, deren Sauerstoff noch schädlich wirken könnte, daß aber bei dem Sprühverfahren die Milch mit zuviel Luft beladen wird.

Verwertung der Trockenmilch.

Genau wie die Frischmilch sind Trockenmilch und Milchpulver durchaus geeignet, als menschliches Nahrungsmittel zu dienen, da die nach den neuesten Verfahren hergestellten Präparate eigentlich alle notwendigen Nährstoffe unverändert enthalten.

A. Herrmann schreibt in „Stand der deutschen Milchtrocknungsindustrie", daß 1927 nach Mitteilungen des deutschen Dauermilchverbandes täglich etwa 250000 kg Milch verarbeitet werden, wovon ca. 75000 auf Trockenmilch- und Milchpulverherstellung entfallen. Wozu diese Trockenpräparate hauptsächlich verwandt werden, soll im Folgenden erläutert werden:

In der Nahrungsmittelindustrie hat man die Trockenmilch bei der Verarbeitung von Schokolade, Keks, Teigwaren usw., im Haushalt bei der Milchspeisenzubereitung und in den Bäckereien zur Backwarenherstellung verwandt. Nicht minder große Verwendungsmöglichkeiten für getrocknete Milchpräparate boten die Tropengegenden, wo die Frischmilch nicht beschafft werden kann und auch infolge der Temperatur wenig haltbar ist, wie überhaupt alle Gelegenheiten, bei denen es mit mehr oder weniger Schwierigkeiten verbunden ist, Frischmilch mitzuführen.

Ein nicht zu unterschätzender Wert liegt in der Möglichkeit, daß man die Trockenmilch in jeder beliebigen Konzentration verabreichen kann. Man kann mit ihr Kakao, Suppen, Mehlspeisen, Backwerk und anderes mit beliebig hohem Nährwert herstellen. Dieser letztere Umstand, ferner die Herstellungsmöglichkeit von Milchpulvern von konstanter Zusammensetzung und schließlich der niedrige Bakteriengehalt lassen die Trockenmilch in einem neuen Verwendungszweig erscheinen, und zwar als Säuglingsnahrung. Die Bedeutung der Trockenmilch für die Kinderernährung in Großstädten und Industriezentren unter besonderer Voraussetzung eines durch irgendwelche Umstände verursachten Milchmangels erläutert u. a. eine Abhandlung von A. Czerny in den „Fortschritten der Medizin" Dezember 1921 aus der Universitätskinderklinik Berlin: „Die Trockenmilch in der Kinderernährung". Es heißt dort: „Der Transport von frischer Milch auf große Entfernungen in Städte und Industriezentren ist technisch kaum durchführbar; somit erhebt sich die Frage, wie Ersatz zu schaffen ist. Eine Möglichkeit dazu bietet die Einführung von Trockenmilch. Wenn wir die letzten 2 Jahre imstande waren, die kranken Kinder, die in die Berliner Kinderklinik aufgenommen wurden, mit bestem Erfolg zu ernähren, so verdanken wir das der aus den Vereinigten Staaten bezogenen Trockenmilch; und dieser Erfolg ist ein genügender Beweis für die Tatsache, daß Kinder mit Trockenmilch zu ernähren sind." Es erscheint allerdings bedauerlich, wenn hier von einer aus den Vereinigten Staaten bezogenen Trockenmilch die Rede ist, denn sowohl Holland als das Land der Milchwirtschaft als auch Amerika und England versuchen, die deutsche Milchtrocknungsindustrie zu erdrosseln, zumal diese ohnehin schwer zu kämpfen hat. Es wäre deshalb

sehr zu wünschen, daß die Verbraucherkreise den deutschen Waren den Vorzug geben, da diese stets frisch geliefert werden können und den ausländischen Präparaten in Qualität kaum nachstehen. Stellen doch unsere besten deutschen Marken ein vorzügliches, allen billigen Anforderungen gerecht werdendes Produkt dar, wenn auch in Bezug auf Haltbarkeit noch nicht alle Möglichkeiten erschöpft sind. Weiter schreibt A. Czerny, daß Ernährungsschäden, wie sie bei kondensierter oder pasteurisierter oder durch Zusätze haltbar gemachter Milch auftreten, bei Trockenmilch nirgendwo beobachtet sind.

Von größter Wichtigkeit für die Kinderernährung mit Trockenmilch ist natürlich die erwähnte Keimarmut dieser gegenüber dem starken Bakteriengehalt der Marktmilch. Tillmanns-Frankfurt stellte in einer Reihe bakteriologischer Versuche fest, daß 1 gr Trockenmilch zwischen 5 und 30000 Keime enthält, während normale als gut zu bezeichnende Marktmilch 50—100000 Keime im ccm enthält. Ein gr Trockenmilch entspricht aber 8,5 ccm Marktmilch, so daß also ein ccm aus Trockenmilch hergestellter Trinkmilch 600—2600 Keime enthalten müßte, gegenüber den oben angeführten der Marktmilch. A. Czerny schreibt in Anerkennung der Bedeutung dieser Tatsache: „Ich selbst stehe auf dem Standpunkt, daß sich viele Erkrankungen vermeiden lassen, wenn die Säuglinge mit keimarmer Trockenmilch ernährt werden, und die Erfahrungen, die wir mit Trockenmilch gemacht haben, sprechen für die Richtigkeit dieser Auffassung. Auch während der heißen Jahreszeit haben wir bei Säuglingen, die mit Trockenmilch ernährt wurden, Störungen, wie sie uns bei Ernährung mit keimreicher Kuhmilch bekannt sind, nicht beobachtet; und in Erkrankungsfällen gelang es besser und schneller, diese Erkranktheit zu beheben, wenn Trockenmilch anstatt flüssiger Marktmilch verwendet wurde."

Mit Trockenmilch angestellte Versuche auf den Vitaningehalt haben bis heute zu einem abschließenden Urteil noch nicht geführt. Es sind vergleichende Untersuchungen mit der nach dem Sprüh- und Walzenverfahren hergestellten Trockenmilch angestellt worden. Man verfuhr derart, daß man die Fütterungen über ein Jahr ausdehnte, um sich so Unterschiede in dem Vitamingehalt der Milch erklären zu können und diese nicht unberechtigterweise auf den Trockenprozeß schieben zu müssen, Unterschiede, die durch Veränderung der Fütterung der Kühe entstanden sein konnten. Man kam zu dem Ergebnis, daß das das Wachstum befördernde Vitamin B durch keines der beiden Verfahren beeinflußt wurde und weiter, daß der A-Vitamingehalt der nach dem Walzenverfahren hergestellten Trockenmilch dem der ursprünglichen Milch näher kommt als der einer nach dem Sprühverfahren hergestellten Milch. Selbstversändlich mußte man auch bei

den verschiedenen Arten der getrockneten Milch Veränderungen in dem Vitamingehalt erwarten und zwar aus den oben angegebenen Gründen betreffs Fütterung der Kühe in den verschiedenen Jahreszeiten. Bezüglich des C-, des antiskorbutischen Vitamins, konnte man nur beobachten, daß auch auf dieses die beiden Trocknungsverfahren mehr oder weniger zerstörend einwirken, daß jedoch auch wieder das Walzenverfahren die Milch weniger beeinflußt. Jedenfalls hat man festgestellt, daß die nach letzterem Verfahren hergestellte Trockenmilch von ihren antiskorbutischen Eigenschaften genügend behalten hat, um nicht Säuglinge an Skorbut erkranken zu lassen. Versuche betreffs des Gehalts an Vitamin D sind mir nicht bekannt.

Die ersten Versuche, die Milch in ein haltbares wasserärmeres Produkt überzuführen, sind bereits oben angegeben. Erwähnt seien hier nur noch die Trockenmilchpräparate, Gemische einer bis zur Trockne verdampften Milch mit anderen Nahrungsmitteln, z. B. Molken, Kakao, Zucker usw. Ferner seien zwei patentierte Verfahren zur Darstellung von vortrefflichen Futtermischungen angegeben. Eines ist Swoboda und Lilienthal unter 134698 patentiert: Mager-, Butter- oder Vollmilch, Melasse und ein Kraftfuttermittel werden zu gleichen Teilen innig gemischt und auf 80—85% Trockensubstanz eingedampft. Das Kasein ist darin noch in gequollenem Zustand enthalten und das entstandene Futtermehl lange haltbar. Ein zweites Patent wurde unter 108965 Jung, Brecher & Kittel in Wien erteilt: Kleie verschiedener Getreidesorten wird mit Magermilch eingeweicht, um die in ihr enthaltenen löslichen Nährstoffe in die Milch übergehen zu lassen. Den Brei preßt man ab, schleudert ihn in der Zentrifuge, wobei die flüssige Nährstofflösung abfließt. Alsdann wird sie im Vakuum eingedampft, auf heißen Platten getrocknet und gemahlen. Durch Anfeuchten mit Wasser und eventuellem Mischen mit anderen Futtermitteln erhält man eine hoch- und leichtverdauliche für Jungvieh besonders geeignete Futtermischung.

Herstellung der Trockenmilch.

Kommen wir jetzt zu den Herstellungsverfahren, so muß vorausgeschickt werden, daß es über den Rahmen dieser Arbeit hinausgehen würde, und unmöglich ist, die unendlich vielen Versuche und Verfahren näher zu besprechen. Es sollen hier lediglich einige wenige Typen der beiden Hauptverfahren, von denen oben schon die Rede war, das Trommel- oder Walzenverfahren und das Sprüh- oder Zerstäubungsverfahren, erwähnt werden.

Es handelt sich bei den uns vorliegenden Präparaten um Trockenmilch, eine nach dem Walzenverfahren hergestellte getrocknete Mager- bezw. Buttermilch, im Gegensatz zum Milchpulver, wie man im allgemeinen das Zerstäubungspräparat bezeichnet. Es liegt nahe, daß das Walzenverfahren etwas näher behandelt wird. Neben diesen beiden Haupttypen gibt es natürlich unendlich viele kleinere Verfahren, die teils Verbesserungen aufweisen sollen, teils sehr alt und zu größerer Bedeutung nicht gelangt sind. Im übrigen sei auf die im Verlag von Paul Parey, Berlin erschienenen Bücher von C. Knoch „Handbuch der modernen Milchverwertung" und „Trocknen kolloidaler Flüssigkeiten" hingewiesen, die alle Verfahren eingehend behandeln und denen auch zum Teil die hier angeführten Beschreibungen entnommen wurden.

Das Hauptbestreben mußte immer sein, die Temperaturen möglichst niedrig zu halten, um dadurch die Löslichkeit der Eiweiße zu erhalten. Zunächst versuchte man allerdings letzteres durch Zusatz von Chemikalien zu erreichen. So läßt das Verfahren der „Rhenania" nach Backhaus Trinatriumcitrat, Trinatriumphosphat und Natriumbicarbonat hinzusetzen. Ein anderes Verfahren läßt während des Eindampfprozesses CO_2 einleiten. Die Löslichkeit einer getrockneten Milch wird im allgemeinen um so größer sein, je feiner das Pulver ist, aus der einfachen Erwägung heraus, daß die Angriffsfläche des Pulvers gegenüber dem Lösungsmittel, also dem Wasser größer ist; so erklärte man sich auch die bessere Löslichkeit des Milchpulvers gegenüber der Trockenmilch. Man schlug noch andere Wege ein, indem man poröse Pulver herstellte, um dadurch ein rascheres Aufsaugen des Lösungsmittels herbeizuführen. Unter D.R.P. 329215 ist ein solches Verfahren patentiert und im Chem. Zentralbl. 1921 II S. 322 beschrieben.

Walzenverfahren.

Das Grundprinzip des Walzen- oder Trommelverfahrens ist im großen ganzen folgendes: Die Milch wird möglichst schnell getrocknet und der Einwirkung der heißen, mit Wasserdampf gesättigten Luft, den Brüden, entzogen. Man sucht dieses zu erreichen, indem man in einem möglichst kleinen Raum eine große Heizfläche wirksam werden läßt. Auf sich drehende, meistens mit Dampf oder heißem Wasser geheizte Walzen, wird eine dünne Milchschicht gegeben, die an der geheizten Fläche in kurzer Zeit eintrocknet. Diese Walze wird durch eine Schabevorrichtung von der getrockneten Milch befreit und stellt so, indem sie sich dreht, eine endlose Heizfläche dar. Die abgeschabte Milch wird aus den Behältern, in die sie fällt, entfernt, unter Umständen nach einer vorgenommenen Nachtrocknung zerkleinert und sofort gut verpackt.

Es war natürlich, daß sich in der Praxis verschiedene Schwierigkeiten zeigten, die wohl hauptsächlich in der Auftrage- und Abschabevorrichtung zu suchen waren. Man hat versucht, diese Schwierigkeiten zu bannen, und zum Teil ist es auch gelungen.

Abgesehen von einigen kleineren Abweichungen unterscheidet man die Trocknung im Vakuum und die ohne Vakuum. Unzweifelhaft ist die erstere die einfachere und bedeutendere, da durch diese Methode die Milch unter Anwendung möglichst niedriger Temperaturen zur Trocknung gebracht werden kann. Als selbstverständlich muß vorausgesetzt werden, daß unter Vakuumtrocknung nur eine solche verstanden wird, bei der die Luftleere in dem Verdampfungsgefäß, bezw. in dem Raum, in dem die Walze arbeitet, dauernd so stark ist, daß das Wasser bei erheblich niedriger Temperatur, etwa 50—60°, schon in Dampfform übergeht. Es genügt nicht, daß die Verdampfung in einem geschlossenen Gefäß geschieht, aus dem die Brüdendämpfe mittels eines starken Ventilators abgesaugt werden.

Als die wichtigsten und bekanntesten Verfahren seien in diesem Zusammenhang die folgenden angeführt: C. Knoch, M. Ekenburg, Paßburg-Berlin, Govers, Gabler-Saliter, Gathmann und im übrigen auf die mehrfach erwähnten, bekannten Werke von C. Knoch hingewiesen.

Es soll hier nur das älteste der Walzenverfahren, das von Just Hatmaker, näher besprochen werden. Nach diesem sind die hier in Frage kommenden von mir verfütterten Arten Trockenmager- und Trockenbuttermilch hergestellt. Ungefähr zu gleicher Zeit wurden John A. Just ein amerikanisches Patent 712545 (November 1902) für Europa und dem Amerikaner James Robinson Hatmaker (Oktober 1902) ein deutsches Patent 150473 erteilt, die beide die Verwendung von heißem Dampf bei Milchtrockungstrommeln vorschlagen. In großen Zügen ist die Arbeitsweise folgende: Auf 2 mit Dämpfen von 100—115° beheizte, eiserne, eng aneinandergedrückte, parallel stehende Walzen wird die Milch derartig aufgebracht, daß sie in den Schliß läuft, den die gegeneinander sich drehenden Walzen bilden. Letztere werden meist durch Schneckenräder angetrieben und sollen nach O. Ungnade normalerweise 10—12, nach E. Freund 6 Umdrehungen in der Minute machen. Die Milch gerät durch die hohen Temperaturen schnell ins Sieden, wodurch sie schon an Wasser verliert, wird dann in dünner Schicht von den sich drehenden Trommeln aufgenommen und und trocknet schnell ein; nach einer $^3/_4$ Umdrehung wird sie in noch etwas feuchtem Zustande als Kruste von dem Zylinder mit Messern abgeschabt, trocknet an der Luft beim Erkalten aus und wird schließlich durch ein Sieb zerkleinert.

Nach Mitteilungen der Oberbadischen Milchzentralgenossenschaft Radolfzell, von der die Trockenbuttermilch, und der Schweriner Zentralmolkerei, von der die Trockenmagermilch hergestellt wurde, haben beide Firmen ihre Trocknungsmaschinen von der A.-G. der Maschinenfabriken Escher, Wyss & Co. in Ravensburg-Württemberg bezogen, die mir freundlicherweise die Klischees zu den unten folgenden Abbildungen und die Daten zur Verfügung stellten. Von dieser Firma werden folgende Größen der Zweiwalzenmilchtrockner gebaut:

Durchmesser der Trockenwalzen . mm	650	800	1000	1000
Bahnlänge . . . . . mm	1000	1550	2000	3000
Stündliche Leistung bei Magermilch l	225	420	700	950
Kraftbedarf . . . . . P.S.	2½	4	5—6	7—8
Stündlicher Dampfverbrauch . ca. kg	300	550	1000	1300
Stündlicher Steinkohlenverbrauch ca. kg	40	73	135	170

Die Abbildungen 2, 3 und 4 (siehe die folgenden Einlageblätter) zeigen solche Zweiwalzentrockner. Die beiden Abbildungen 5 und 6 zeigen eine ganze Milchtrocknungsanlage, wie sie die Firma Escher, Wyss & Co. anlegt.

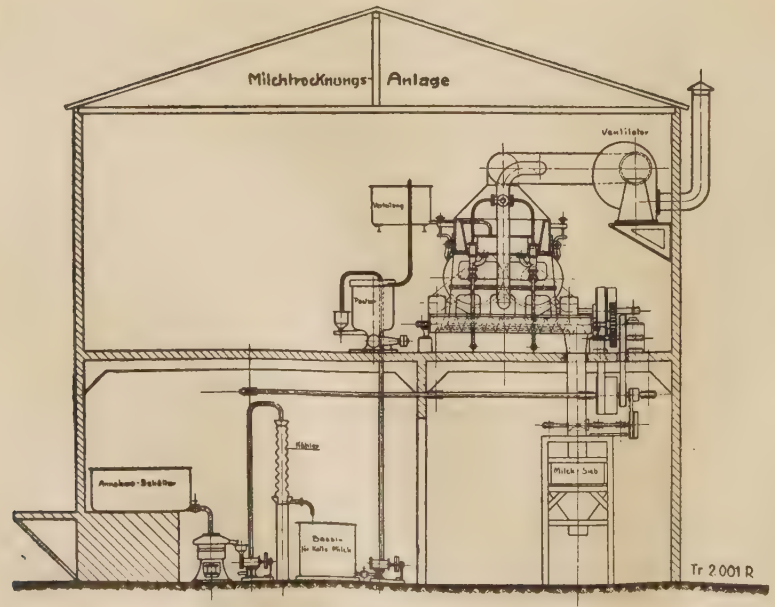

Abb. 5

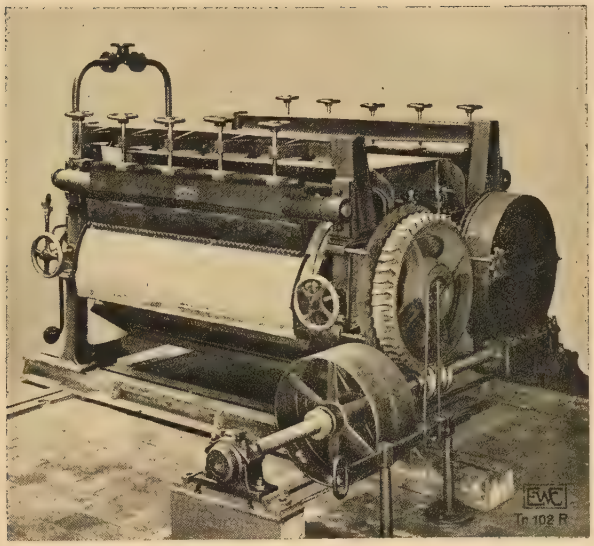

Abb. 2

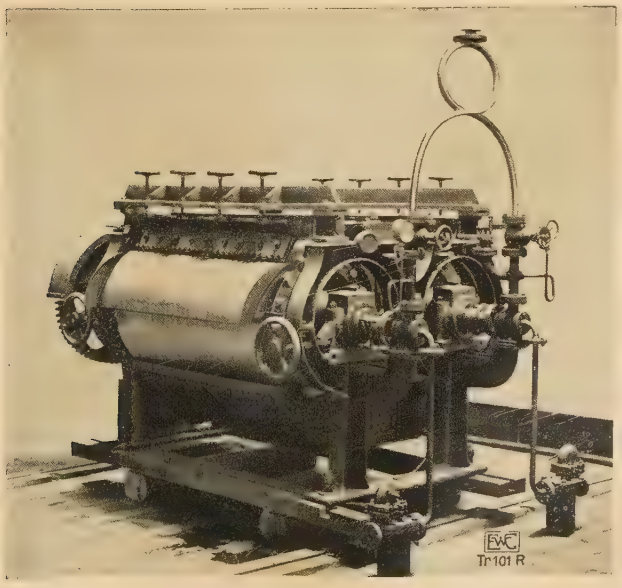

Abb. 3

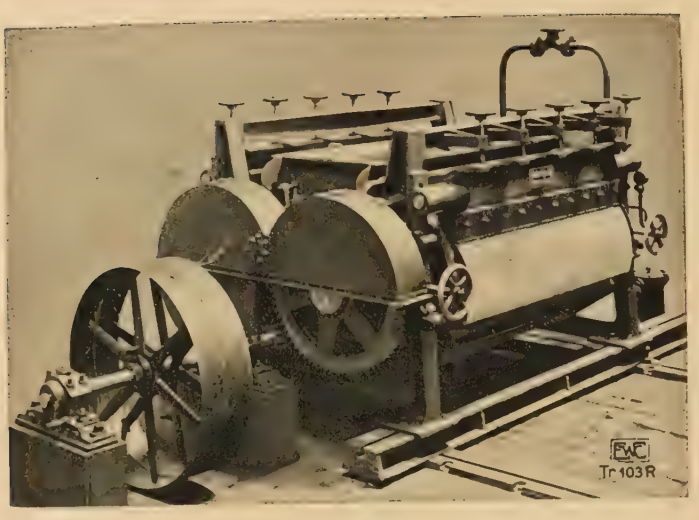

Abb. 4

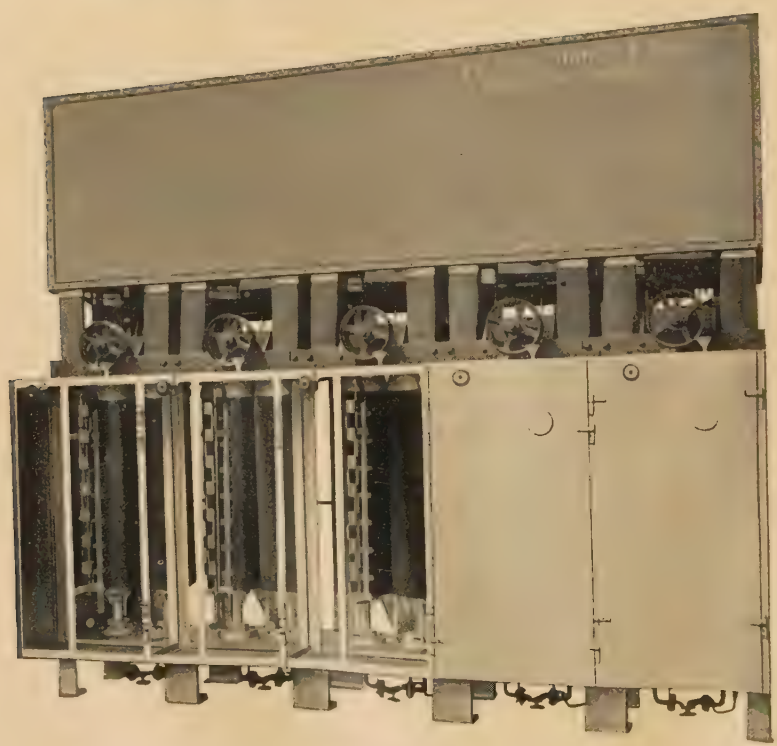

Abb. 7

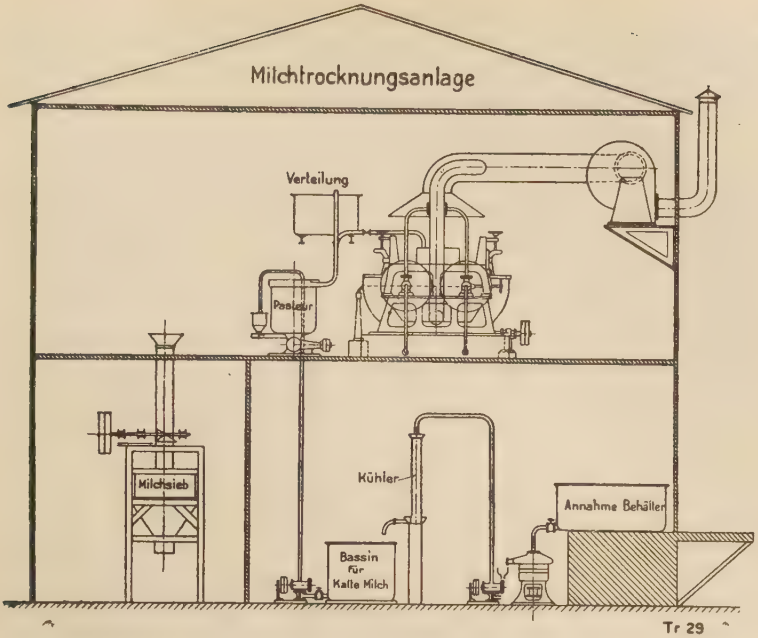

Abb. 6

Die Firma macht u. a. folgende Mitteilungen: „Der Trockenapparat besteht wie schon oben angegeben im wesentlichen aus 2 rotierenden, mit Dampf beheizten Trockenzylindern, deren Oberfläche die zu verdampfende Milch von den Pasteurapparaten gleichmäßig zugeführt wird. Sie gerät dort sofort ins Kochen, setzt sich auf der Oberfläche der Zylinder fest und wird nach einmaliger Umdrehung durch angepreßte Stahlschaber abgenommen. Der weitere Verlauf des Arbeitsganges ist ungefähr folgender: Die Milchbänder fallen durch die Abfallschächte B (Figur 5) direkt in die unter dem Milchtrockner angeordnete Siebmaschine C, in der das Trockengut zu grießförmigem Pulver zerkleinert und in untergestellten Behältern abgefangen wird. Die sich beim Trockenprozeß bildenden Wasserdämpfe werden unterhalb und oberhalb des Apparates durch die Absaughaube D, die Rohrleitung E, den Exhaustor F abgesaugt und durch den Kamin E ins Freie geführt. Das sich im Innern des Zylinders bildende Kondenswasser wird durch eine besondere Rückspeiseanlage in den Kessel zurückgeführt. Der Abdampf der Betriebsdampfmaschine kann zur Beheizung des Pasteurs, mithin zur Vorwärmung der Milch und zu Warmwasserbereitungszwecken verwendet werden, wodurch eine rationelle Wärmeausnutzung gewährleistet wird. Ein unter dem Sieb befindlicher Trichter sammelt das feine Material

und leitet es in Sammelbüchsen. Anfang dieses Jahres waren nach Mitteilung der Firma ungefähr 58 Milchtrockner, davon ca. 29 in Deutschland geliefert, die übrigen teils nach Spanien, Frankreich, Österreich, Schweiz usw.

Nach Mitteilungen der beiden herstellenden Firmen wird sowohl die Magermilch als auch die Buttermilch vor dem Trocknen eingedickt. Die Schweriner Zentralmolkerei pasteurisiert die Milch, dickt sie dann im Vakuumapparat auf 60% ihres Volumens ein und trocknet sie in dem Hatmaker-Apparat. Der Vakuumapparat ist einfacher Art mit Verdampfschlangen am Boden und Beheizung im Boden. Der Apparat steht in Verbindung mit einem Kondensator und einer Luftpumpe. Die Oberbadische Milchzentralgenossenschaft schreibt über die Herstellung noch folgendes: „Die Buttermilch, die zur Trocknung bestimmt ist, wird zuerst mit doppelkohlensaurem Natron neutralisiert, alsdann in einem Kuppelvakuumapparat auf ca. 8 Areometergrade eingedampft. Von hier gelangt sie sofort auf die Walzentrockner und wird bei nicht zu hohen Temperaturen getrocknet. Säuregrad, Voreindampfung und Trocknungstemperatur müssen in einem bestimmten Verhältnis zueinander stehen, um ein gutes, gleichmäßiges Produkt zu erzielen." Es ist anzunehmen, daß diese Eindickung im Vakuumapparat wesentlich zur Verbilligung des Verfahrens beiträgt, denn es liegt klar auf der Hand, daß man durch dieses Voreindicken den zu trocknenden Flüssigkeiten erhebliche Mengen Wasser in verhältnismäßig kurzer Zeit entziehen kann. Diese würden im Trockenapparat selbst erbebliche Wärmemengen beanspruchen. Es ist natürlich auch hier Voraussetzung, daß mit entsprechenden Vorsichtsmaßregeln gearbeitet wird, um die empfindlichen Bestandteile der Milch nicht zu schädigen.

Sprühverfahren.

Das Sprüh- oder Zerstäubungsverfahren ist das zweite große Verfahren zur Herstellung getrockneter Milch. Die Milch, bezw. die zu trocknende Flüssigkeit wird in Gestalt eines feinen Nebels freischwebend mittels Wärme, meistens heißen Dämpfen, getrocknet.

Erwähnen möchte ich hier nur das bekannteste Sprühverfahren, das Krauseverfahren, benannt nach dem deutschen Ingenieur G. A. Krause, dem dieses Verfahren 1912 unter D.R.P. 297388 patentiert wurde. Es liefert ein besonders durch leichte Löslichkeit ausgezeichnetes Milchpulver. Hohe Betriebs- und auch Anlagekosten, besonders der große Bedarf an hocherhitzter Luft und deren geringe Ausnutzung haben jedoch bisher verhindert, das Verfahren in größerem Maße einzuführen

und es in Konkurrenz mit anderen treten zu lassen. Bezeichnend dafür ist, daß in Deutschland nur noch ein Werk, das Edelweiß-Milchwerk im Allgäu, nach dem Krauseverfahren arbeitet, während ein zweites den Betrieb stillegen mußte.

Endlich sei noch eines der neuesten Verfahren der Milchtrocknung besprochen, das in sehr sinnreicher und interessanter Art und Weise die wirtschaftlichen Vorteile der Trommeltrocknung und die technischen Vorzüge der Zerstäubungsmethode vereinigt. Es ist der Tau-Tropfen-Trockner (das T.-T.-T.-Verfahren) nach C. Knoch. Dieser Apparat wird von der Firma V. Hänig & Co., Heidenau, hergestellt. Letztere war so freundlich, mir das Klischee für vorherige Abbildung 7 und Näheres über den T.-T.-Trockner zur Verfügung zu stellen, wofür ihr an dieser Stelle besonderer Dank gesagt sei.

Die Abbildung 7 zeigt das Werkstattbild einer aus 5 Einzelaggregaten zusammengesetzten Apparatur von der Auftrageseite aus.

Über die Apparatur werden folgende Angaben gemacht: Der T.-T.-Trockner bildet ein Aggregat aus einem aufrecht stehenden Paar Heiztrommeln, die mit einem Oberflächenabstande von nur wenigen Millimetern gleichmäßig rasch, aber in entgegengesetztem Sinne um ihre vertikalen Achsen drehbar sind. Die Trommeln tragen einen Mantelüberzug aus Spiegelglas oder ähnlichem nichtmetallischen Material. Durch die feststehenden Achsen tritt von oben der Heizdampf, Abdampf von geringer Temperatur, ein, und nach unten fließt das Kondenswasser ab. Dieses Trommelaggregat ist in einem schrankartigen Gehäuse untergebracht, dessen Vorderseite von zwei Glastüren gebildet wird, während die Rückseite zu einer nach außen wärmeisolierenden Heiztasche ausgebildet ist, und das den für den Schwadenabzug vielfach durchbrochenen Deckel mit Antriebsmechanismus und Dampfteilventilen trägt. Stark wasserhaltige Trocknungsflüssigkeiten dickt man am besten vorher im Vakuum ein. Die Auftragung der Flüssigkeit erfolgt an den Rückseiten der Aggregate gleichzeitig auf beide Trommeln durch ein eigenartiges Düsenrohr, das das Trocknungsmaterial tief in die von den Trommelflächen gebildeten Kurvenecken tangential gegen die Drehrichtung der Trommeln in ganz schmalen, senkrechten Sprühstreifen „aufregnet", und zwar gleichmäßig gegen die ganze Höhe der Trommelwand. Die einzelnen Tautropfen erhitzen sich durch Trommelwärme nicht nur an der Haftstelle, sondern auch rings herum durch die von der nackten, blanken Trommelfläche zwischen den Tropfen aufsteigende Wärmestrahlung und endlich durch die von der Heiztasche ausgehende Hitze. Die

Trocknung erfolgt dadurch momentan. Die Abnahme des Trockengutes von den Trommeln erfolgt wie die Auftragung ebenfalls gleichzeitig für beide Trommeln des Aggregats durch bewegliche Schaber, die auf der Vorderseite des Aggregats gleich einer Bürste auf der ganzen Höhe des Trommelmantels gleichmäßig leicht federnd anliegen und mechanisch mit großer Geschwindigkeit auf- und abbewegt werden. Dabei wird jedes einzelne Körnchen durch mehrfachen seitlichen Anstoß sauber und restlos abgetrennt. Die losgetrennten Körnchen fallen sämtlich unmittelbar in eine am Fuße der Trommeln entlanggeführte Auffangschale und werden damit sofort aus der feuchten Brüdenatmosphäre entfernt.

Nach weiteren Angaben der Firma hat man als definitive Ausführungsanordnung den Reihentyp (siehe Abb. 7) gewählt, da sich die ringförmige Anordnung im Betrieb nicht bewährt hat.

Frühere Versuche.
Zusammensetzung und Verdaulichkeit der Trockenmilch.

Ich komme jetzt zum speziellen Teil, zu der Zusammensetzung und Verdaulichkeit der von mir verfütterten Arten Trockenmagermilch und Trockenbuttermilch.

Frühere Versuche liegen fast überhaupt nicht vor, nur einige künstliche Verdauungsversuche. Zunächst sei eine in der „Internat. Agrikulturtechn. Rdsch." veröffentlichte Arbeit angeführt: „Vergleichende Untersuchungen über die Verdauung der Proteine in Rohmilch und in durch Überhitzung hergestellter Trockenmilch."[1]) Die Verfasser führten die Verdauungsversuche mit Trockenmilch auf folgende Weise durch: Zuerst lösten sie Milchpulver in lauem Wasser auf und bestimmten, wie viel Gesamtstickstoff die Lösung enthielt. Zu je 100 ccm Trockenmilchlösung wurden nun 50 ccm Trypsinflüssigkeit (Trypsin in Chloroform)zugesetzt,und das Gemisch in10Erlenmeyer-Flaschen gleichmäßig verteilt. Eine von den letzteren untersuchten die Verfasser sofort auf die durch die Verdauung freiwerdende Diamidmenge, die anderen ließen sie in einem Thermostaten bei einer Temperatur von 37° C., nachdem ihr Inhalt mit Natriumbikarbonat gleich stark alkalisch gemacht worden war. Alle ½ Stunde wurde eine Flasche zur Bestimmung der Diamidmenge aus dem Thermostaten entnommen. Die Untersuchung der Verdaulichkeit des Rohproteins der Rohmilch geschah auf gleiche Weise; die der Verdauung ausgesetzte Stickstoffmenge war dieselbe. Aus dem Vergleich der beiden Versuchsergebnisse ist zu schließen, daß die Proteine der Trockenmilch nicht schneller,

[1]) Intern. agrikulturtechn. Rdsch. IV/II, 1913, S. 965.

jedoch vollkommener verdaulich sind, als die der frischen Milch. Der Grund hierfür liegt nach den Verfassern in einer durch den Eintrocknungsprozeß bedingten Veränderung der Moleküle.

Ferner wird in „Biedermanns Zentralblatt für Agrikulturchemie" über „Resultate der mit Hatmaker'scher Trockenmilch angestellten Versuche" [1]) wie folgt berichtet: Zur Untersuchung wurden 5 gr Milchpulver in 42,5 ccm Wasser aufgelöst, andererseits 47,5 gr frische natürliche Milch von 3,4 v. H. Fettgehalt in eine Schale gegeben und beide mit 0,1 gr Salzsäure und 0,05 gr Pepsin versetzt. Bei 37° C. wurde 2 und 4 Stunden digeriert, abfiltriert und der auf dem Filter sich befindende Rückstand bei einer unter dem Schmelzpunkt der Butter liegenden Temperatur getrocknet. Das Mittel von 5 Versuchsreihen ergab, daß das Gewicht des getrockneten Rückstandes (Protein und Fett) auf den Frischmilchfiltern um 0,095 gr größer war, als das auf dem Milchpulverfilter. Auch nach Extraktion mit Aether ergab sich dasselbe Bild. Ähnliche Resultate erzielte man bei Anwendung von Verdauungsflüssigkeit, die aus Schweinemagen präpariert war. Weiter fand Verfasser bei Versuchen mit Trypsin in alkalischer Lösung, daß das Fett der Milchpulver eine bessere Verdaulichkeit besaß, als das der Frischmilch. Ebenfalls angestellte Versuche mit Frischmilch und Milchpulver bei einem 4 Monate alten Kind fielen zu Gunsten der Milchpulvermilch aus.

Endlich äußert sich Käppelt über „Getrocknete Magermilch als Milchersatz bei Kälbermast" [2]) wie folgt (auszugsweise): „Die Trockenmilch stammte von der Swiss Drymilk Comp. Glockental und war in derselben Weise wie Trockenvollmilch hergestellt, indem man dieselbe in feinem Regen auf zwei gegeneinander rotierende, durch Dampf von 3 Atmosphären auf mehr als 100° erhitzte Zylinder hatte fließen lassen. Die chemische Zusammensetzung des Präparates war: 14 v. H. Feuchtigkeit, 30,9 v. H. Protein, 0,6 v. H. Fett, 47,6 v. H. N-freie Extraktstoffe und 6,9 v. H. Rohasche. Je zwei Kälber erhielten 80 Tage lang nur Vollmilch, bezw. weniger Vollmilch und dafür mit Wasser angerührte Magermilch. Letztere allein zu geben war nicht möglich, da stärkere Gaben Durchfall verursachten. Nach Schluß der Mästung wogen die nur mit Vollmilch gefütterten Kälber (Gruppe 1) 122 bezw. 134 kg, die anderen (Gruppe 2) 105 bezw. 103 kg. Das Schlachtergebnis war folgendes: Das Fleisch der Gruppe 1 war vorzüglich, das der Gruppe 2 grobfaserig und fettarm. Die Versuchsergebnisse werden folgendermaßen zusammengefaßt: Die getrocknete Magermilch ist nach ihrem Nährstoffgehalt als Futtermittel viel zu teuer. Getrocknete Magermilch

[1]) Biedermanns Zentr.-Bl. f. Agrikulturchem. Jahrg., 36, 619—622.
[2]) Biedermanns Zentr.-Bl. f. Agrikulturchem. Jahrg., 36, 551.

verursacht ebenso wie die flüssige Milch leicht Durchfall der Kälber und erzeugt keine erstklassige Kalbfleischqualität. Sie kann zur Kälbermast nicht empfohlen werden. Verfasser hält es für nicht wahrscheinlich, daß die getrocknete Magermilch bei der Kälberaufzucht gute Resultate ergeben wird.

Weitere Mastversuche mit getrockneter Milch laufen augenblicklich noch, und es wird sich zeigen, ob sich die Ergebnisse decken.

Angaben über die Zusammensetzung der getrockneten Milcharten finden sich ebenfalls wenig in der Literatur. Außer den oben erwähnten gibt das Edelweiß-Milchwerk G. m. b. H., Kempten im Allgäu, die Analysenwerte einer Krausemilch wie folgt an[1]):

	Magermilch v. H.	Vollmilch v. H.
Fett	0,9	28,0
Eiweißstoffe	38,6	29,5
Milchzucker	51,0	34,5
Rohasche	8,0	6,0
Wasser	1,5	2,0

Ferner sei der Gehalt je einer nach dem Just-Hatmaker-Verfahren hergestellen Trockenmagermilch und Trockenvollmilch angeführt[2]):

	Magermilch v. H.	Vollmilch v. H.
Eiweißstoffe	37,0	26,92
Kohlenhydrate	47,0	36,48
Butterfett	1,0	29,20
Asche	8,0	6,00
Feuchtigkeit	7,0	1,40

Mir liegen zur Untersuchung 2 Arten getrockneter Magermilch und eine getrocknete Buttermilch vor, die nach der Weender Futtermittelanalyse folgende Werte ergaben (der Fettgehalt wurde nach dem Verfahren von Röse-Gottlieb ermittelt):

Tabelle I.

	Trocken-Magermilch Nr. I		Trocken-Magermilch Nr. II		Trocken-Buttermilch	
	in der Original-Substanz v. H.	in der Trocken-Substanz v. H.	in der Original-Substanz v. H.	in der Trocken-Substanz v. H.	in der Original-Substanz v. H.	in der Trocken-Substanz v. H.
Feuchtigkeit	6,54	—	7,59	—	8,47	—
Rohprotein	34,80	37,24	32,69	35,37	31,51	34,43
Reineiweiß	33,75	36,11	30,79	33,32	30,62	33,45
Amide	1,05	1,12	1,90	2,05	0,89	0,97
N-freie Extraktstoffe	49,22	52,66	50,50	54,65	46,85	51,19
Fett	1,28	1,37	1,41	1,53	5,85	6,39
Asche (C- und CO_2-frei)	8,16	8,73	7,81	8,45	7,32	8,00

[1]) Technische Fortschrittsberichte Bd. 14, Leipzig u. Dresden 1927.
[2]) Herstellung u. Verwendung v. Trockenmilch, E. Freund, Berlin 1918.

Betrachtet man die Werte, so sind kaum sehr große Unterschiede in der Zusammensetzung vorhanden. Setzen wir z. B. die Durchschnittswerte von unserer Trockenmagermilch I und II neben die oben von E. Freund angegebenen, so kann man nur eine kleine Verschiebung der Werte für Protein und N-freie E. feststellen:

	Freund's Werte	Durchschnitt I und II
Eiweißstoffe	37,00	33,75
Kohlenhydrate	47,00	49,86
Fett	1,00	1,35
Asche	8,00	7,98
Wasser	7,00	7,07

Alle 3 Arten getrockneter Milch wurden durch Ausnutzungsversuche mit Schafen auf ihre Verdaulichkeit untersucht. Die Versuche wurden in der üblichen Weise vorgenommen mit 6 Tagen Vor- und 10 Tagen Hauptfütterung. Wir gingen von einem aus 600 gr Kleeheu (mit wenig Strohhäcksel vermischt) bestehenden Grundfutter aus, dem in den einzelnen Perioden je 200 gr der betreffenden getrockneten Milch zugelegt wurden, und zwar unaufgelöst, d. h. die Trockenmilch wurde trocken mit dem Kleeheu gemischt, und den Tieren vorgesetzt. Das als Grundfutter verabfolgte Kleeheu enthielt in der wasserfreien Substanz 11,45 v. H. Rohprotein, 44,53 v. H. N-freie E., 1,27 v. H. Rohfett, 36,64 v. H. Rohfaser und 6,11 v. H. C- und CO_2-freie Asche.

Die Zusammensetzung der Futterrationen in den einzelnen Perioden war folgende:

Tabelle II.

	Gesamtmenge	Trockensubstanz v. H.	Trockensubstanz gr
I. Periode:			
Grundfutter: Kleeheu	600	81,49	488,94
II. Periode:			
Kleeheu	600	81,49	488,94
+ Trockenmagermilch I	200	93,46	186,92
zusammen	800	—	675,86
III. Periode:			
Kleeheu	600	81,49	488,94
+ Trockenmagermilch II	200	92,41	184,82
zusammen	800	—	673,76
IV. Periode:			
Kleeheu	600	81,49	488,94
+ Trockenbuttermilch	200	91,53	183,06
zusammen	800	—	672,00

Die in den Grundfutterperioden von den Versuchshammeln ausgeschiedenen Kotmengen waren:

Tabelle III

(siehe Tabelle IV der Arbeit über Saflorkuchen)

In den weiteren Perioden, in denen je 200 gr Trockenmagermilch I bezw. Trockenmagermilch II bezw. Trockenbuttermilch zugelegt wurden, schieden die Tiere aus:

Tabelle IV.

Datum	Trockenmagermilch I					Datum	Trockenmagermilch II			Datum	Trockenbuttermilch				
	Stall-tem-pera-tur	Hammel 3 Kot frisch	Hammel 3 Kot-trok-ken-sub-stanz	Hammel 4 Kot frisch	Hammel 4 Kot-trok-ken-sub-stanz		Stall-tem-pera-tur	Hammel 6 Kot frisch	Hammel 6 Kot-trok-ken-sub-stanz		Stall-tem-pera-tur	Hammel 5 Kot frisch	Hammel 5 Kot-trok-ken-sub-stanz	Hammel 6 Kot frisch	Hammel 6 Kot-trok-ken-sub-stanz
	°C	gr	gr	gr	gr		°C	gr	gr		°C	gr	gr	gr	gr
12. III. 29.	14,8	441,7	230,42	466,8	213,18	5. V. 29.	17,0	468,5	228,1	24. V. 29.	18,0	417,5	199,9	441,0	212,2
13. III. 29.	15,2	438,5	229,71	466,0	218,34	6. V. 29.	19,3	463,5	212,9	25. V. 29.	18,3	476,5	225,1	465,5	220,2
14. III. 29.	15,7	433,7	213,54	455,3	208,63	7. V. 29.	18,7	445,5	216,0	26. V. 29.	18,7	524,0	239,0	452,5	213,9
15. III. 29.	16,5	461,7	214,94	502,0	231,24	8 V. 29.	18,3	455,5	220.1	27. V. 29.	18,7	474,5	219,8	488,5	231,0
16. III. 29.	16,5	498,5	234,40	438,2	206,85	9. V. 29.	18,3	480,5	225,1	28. V. 29.	18,0	464,5	221,8	458,5	220,6
17. III. 29.	16,3	387,0	192,91	460,5	218,58	10. V. 29.	17.7	478,5	226,6	29. V. 29.	19,0	453,0	216,9	427,0	205,2
18. III. 29.	16,7	438,0	220,10	432,0	203,80	11. V. 29.	17,5	452,5	217,2	30. V. 29.	18,5	494,5	234,7	473,0	228,9
19. III. 29.	16,2	417,5	211,19	503,4	228,66	12. V. 29.	17,5	493,5	229,1	31. V. 29.	18,0	448,0	210,3	450,5	219,5
20. III. 29.	16,3	457,5	228,77	485,5	229,37	13. V. 29.	17,7	442,5	207,9	1. VI. 29.	17,2	474.5	230,4	441,5	216,7
21. III. 29.	15,3	484,5	234,17	483,5	226,79	14. V. 29.	17,0	440,5	206,7	2. VI 29.	17,0	471,2	228.8	444,3	218,1
im Mittel	16,0	445,86	221,02	469,3	218,54	im Mittel	18,0	459,5	218,6	im Mittel	18,0	469.8	222,7	454,2	218,6

Die Faeces wiesen folgende chemische Zusammensetzung in der Trockensubstanz auf:

Tabelle V.

	Organ. Substanz v. H.	Rohprotein v. H.	N-freie Extr.-stoffe v. H.	Rohfett (Ätherextr.) v. H.	Rohfaser v. H.	Asche (C- und CO_2-frei) v. H.
Periode: Trockenmagermilch I						
Hammel 3	87,15	13,33	42,32	1,64	29,87	12,85
Hammel 4	87,08	13,64	43,26	1,61	28,57	12,92
Periode: Trockenmagermilch II						
Hammel 6	87,75	13,33	44,54	1,67	28,21	12,25
Periode: Trockenbuttermilch						
Hammel 5	88,20	12,69	42,97	1,72	30,82	11,80
Hammel 6	87,96	13,26	43,40	1,69	29,61	12,04

Die Ausscheidungen in den Grundfutterperioden der Hammel 3—6 siehe Teil I (Saflorkuchen).

Mit Hilfe der hier wiedergegebenen Daten wurde zunächst die Verdaulichkeit des Grundfutters, des mit Strohhäcksel vermischten Kleeheus berechnet:

Tabelle VI.

(siehe Tabelle VII der Saflorarbeit).

Wie aus den Zahlen ersichtlich wird, ist die Übereinstimmung der Versuchshammel hinsichtlich der Verdaulichkeit eine gute.

Die Zusammensetzung der Futterrationen in den drei anderen Perioden, in denen die Milch zugelegt wurde, war auf wasserfreie Substanz berechnet:

Tabelle VII.

	Trockensubstanz gr	Organ. Substanz gr	Rohprotein gr	N-freie Extr.-stoffe gr	Rohfett (Ätherextr.) gr	Rohfaser gr	Asche (C- und CO_2-frei) gr
Trockenmagermilch I							
600 gr Kleeheu	488,94	459,07	55,99	217,73	6,21	179,15	29,87
200 gr Trockenm. I	186,92	170,60	69,61	98,43	2,56	—	16,32
Gesamtverzehr	675,86	629,67	125,60	316,16	8,77	179,15	46,19
Trockenmagermilch II							
600 gr Kleeheu	488,94	459,07	55,99	217,73	6,21	179,15	29,87
200 gr Trockenm. II	184,82	169,20	65,37	101,00	2,83	—	15,62
Gesamtverzehr	673,76	628,27	121,36	318,73	9,04	179,15	45,49
Trockenbuttermilch							
600 gr Kleeheu	488,94	459,07	55,99	217,73	6,21	179,15	29,87
200 gr Trckbutterm.	183,06	168,42	63,03	93,71	11,70	—	14,64
Gesamtverzehr	672,00	627,49	119,02	311,44	17,91	179,15	44,51

Die Verdaulichkeit der drei Milcharten berechnet man in der üblichen Weise, indem man von den verzehrten Nährstoffmengen die im Kot ausgeschiedenen abzieht und somit die insgesamt verdaute Menge der Nährstoffe erhält; von letzterer bringt man dann noch den auf das Grundfutter entfallenden Anteil in Abzug.

Tabelle VIII.

	Trokkensubstanz gr	Organische Substanz gr	Rohprotein gr	N-freie Extr.-stoffe gr	Rohfett (Ätherextrakt) gr	Rohfaser gr	Asche (C- u. CO_2-frei) gr
Trockenmagermilch I							
Hammel 3 verzehrt	675,86	629,67	125,60	316,16	8,77	179,15	46,19
„ scheidet im Kot aus	221,02	192,62	29,46	93,53	3,62	66,02	28,40
„ verdaut im ganzen	454,84	437,05	96,14	222,63	5,15	113,13	17,79
„ „ v. Grundfutter	291,34	280,80	32,83	129,60	2,50	115,90	10.54
„ „ v. d. Tr.-Milch	163,50	156,25	63,31	93,03	2,65	—	7,25
Hammel 4 verzehrt	675,86	629,67	125,60	316,16	8,77	179,15	46,19
„ scheidet im Kot aus	218,54	190,30	29,81	94,54	3.52	62,44	28,24
„ verdaut im ganzen	457,32	439,37	95,79	221,62	5,25	116,71	17,95
„ „ v. Grundfutter	296,74	286,65	32,46	131,34	2,60	120,26	10,09
„ „ v. d. Tr.-Milch	160,58	152,72	63,33	90,28	2,65	—	7,86
Trockenmagermilch II							
Hammel 6 verzehrt	673,76	628,27	121,36	318,73	9,04	179,15	45,49
„ scheidet im Kot aus	218,57	191,80	29,14	97,35	3,65	61,66	26,77
„ verdaut im ganzen	455,19	436,47	92,22	221,38	5,39	117,49	18,72
„ „ v. Grundfutter	295,44	285,02	33,80	131,70	2.73	116,79	10,42
„ „ v. d. Tr.-Milch	159,75	151,45	58,42	89,68	2,66	0,70	8,30
Trockenbuttermilch							
Hammel 5 verzehrt	672,00	627,49	119,02	311,44	17,91	179,15	44,51
„ scheidet im Kot aus	222,67	196,39	28,25	95,68	3,83	68,63	26,28
„ verdaut im ganzen	449,33	431,10	90,77	215,76	14,08	110,52	18,23
„ „ v. Grundfutter	286,13	275,61	33,52	126,75	2,72	112,63	10,52
„ „ v. d. Tr.-Milch	163,20	155,49	57,25	89,01	11,36	—	7,71
Hammel 6 verzehrt	672,00	627,49	119,02	311,44	17,91	179,15	44.51
„ scheidet im Kot aus	218,63	192,31	28,99	94,89	3,65	64,74	26,32
„ verdaut im ganzen	453,37	435,18	90,03	216,55	14,22	114,41	18,19
„ “ v. Grundfutter	295,44	285,02	33,80	131,70	2,73	116,79	10,42
„ „ v. d. Trockenbuttermilch	157,93	150,16	56,23	84,85	11,49	—	7,77

Von den einzelnen Nährstoffgruppen der getrockneten Milch wurden in Prozenten verdaut (Verdauungskoeffizienten):

	Trok-ken-sub-stanz	Organ. Sub-stanz	Roh-protein	N-freie Extrakt-stoffe	Rohfett (Äther-extrakt)	Mineral-stoffe
Trockenmagermilch I						
Hammel 3	87,5	91,6	90,95	94,5	100	44,4
Hammel 4	85,9	89,5	90,98	91,7	100	48,1
im Mittel	86,7	90,6	91,00	93,1	100	46,3
Trockenmagermilch II						
Hammel 6	86,4	89,5	89,4	88,8	94,0	53,1
Trockenbuttermilch						
Hammel 5	89,1	92,3	90,8	95,0	97,1	52,7
Hammel 6	86,3	89,2	89,2	90,6	98,2	53,1
im Mittel	87,7	90,7	90,0	92,8	97,7	52,9

Alle Nährstoffgruppen sind also durchaus übereinstimmend verdaut.

Der Gehalt der drei Arten getrockneter Milch an verdaulichen Nährstoffen und Stärkewerten ist folgender:

Tabelle X.

	Trocken-mager-milch I v. H.	Trocken-mager-milch II v. H.	Trocken-butter-milch v. H.
Rohprotein	33,87	31,61	30,99
Eiweiß	32,74	29,56	30,01
N-freie Extraktstoffe	49,03	48,52	47,49
Fett	1,42	1,44	6,24
Stärkewert	83,23	79,78	90,74

Die Resultate besagen, daß die Trockenmilcharten gut verdaulich sind. Ferner ist noch der hohe Stärkewert der Trockenmilch bemerkenswert. Auf Grund der Ergebnisse kommt man zu dem Schluß, daß die hier untersuchte Trockenmilch ein sehr gutes, hochverdauliches Futtermittel darstellt. Vermutlich ist sie aber zu teuer und daher unwirtschaftlich, was zu untersuchen aber nicht der Zweck dieser Arbeit ist.

Zusammenfassung.

Getrocknete Milch soll in Wasser löslich sein und keine Veränderungen in Geschmack und Geruch aufweisen, kurz, so beschaffen sein, daß sie nach Zusatz einer entsprechen-

den Wassermenge brauchbare Milch liefert. Dies ist nur dadurch zu erreichen, daß man das Eiweiß in der Form, in der es sich in der Frischmilch befindet, nämlich in kolloidaler Form, erhält, was durch zu hohe Hitzegrade gefährdet wird. Ferner ist dies durch Erhaltung des emulsiven Charakters des Milchfettes zu erreichen, d. h. letzteres soll in der aufgelösten Trockenmilch in genau demselben Maße fein verteilt enthalten sein, wie in der Frischmilch.

Die aus Trockenmilch hergestellte Milch enthält im Gegensatz zur Frischmilch geringe Mengen Bakterien.

Bei längerer Lagerung beobachtet man fortschreitendes Unlöslichwerden, beruhend auf der Denaturierung des Eiweißes. Diese wird hauptsächlich durch erworbene oder bei der Herstellung nicht genügend entfernte Feuchtigkeit hervorgerufen. Feuchtigkeit im Überfluß sowohl als auch zu starke Austrocknung bei der Herstellung können daher schaden.

Eintretende Talgigkeit wird der Oxydation durch den Luftsauerstoff, Ranzidität einem zu hohen Säuregrad des Ausgangsmaterials zugeschrieben.

Die Verwertungsmöglichkeit für ein Präparat, das obigen Anforderungen entspricht, ist sehr mannigfaltig, so in der Nahrungsmittelindustrie, im Haushalt und in Bäckereien. Auf Grund verschiedener Gutachten von Kinderkliniken ist die Trockenmilch eine gute Säuglingsnahrung.

Versuche, den Vitamingehalt der getrockneten Milch festzustellen, ergaben, daß sie einen genügenden Gehalt an diesen Stoffen besitzt.

Bei den Trockenmilchherstellungsverfahren unterscheidet man grundsätzlich 2 Verfahren: Das Trommel- oder Walzen- und das Zerstäubungs- oder Sprühverfahren. Beide sind bestrebt, möglichst geringe Temperaturen auf das Trockengut einwirken zu lassen, um dadurch die native Form des Eiweißes und somit die Löslichkeit zu erhalten. Teilweise arbeitet man zu diesem Zweck in luftleerem Raum. Die hier behandelten Arten getrockneter Milch sind nach dem Walzenverfahren von Just-Hatmaker in Schwerin-Meckl. bzw. Radolfzell hergestellt. Dieses Verfahren arbeitet ohne Vakuum, jedoch wird die zu verarbeitende Milch vor der endgültigen Trocknung auf den Walzen im Vakuumapparat auf ein bestimmtes Volumen eingedickt. Man erreicht hierdurch eine größere Wirtschaftlichkeit.

Ergebnisse früherer Verdaulichkeitsversuche liegen nur von künstlich mit Trypsin und einem Pepsin-Salzsäuregemisch angestellten vor. Danach sollen die Proteinstoffe der Milchpulver besser verdaut werden als die der Frischmilch.

Die für die chemische Zusammensetzung unserer Trockenmilch gefundenen Werte decken sich im großen ganzen mit früheren Untersuchungen. Die von uns an Hammeln ausgeführten Verdaulichkeitsversuche mit getrockneter Milch ergaben, daß letztere für alle Nährstoffe sehr hohe Verdauungskoeffizienten aufweist. Man kann daraus den Schluß ziehen, daß getrocknete Milch ein äußerst gut verdauliches Futtermittel darstellt. Ob es jedoch im Preis mit anderen gleichwertigen konkurrieren kann, soll dahingestellt bleiben.

Literatur-Angaben.

C. Knoch. Handbuch der neuzeitlichen Milchverwertung. Berlin 1926 und 1930.

C. Knoch. Das Trocknen kolloidaler Flüssigkeiten. Berlin 1927.

Eberlein. Die neueren Milchindustrien. Dresden und Leipzig 1927. (Techn. Fortschrittsberichte Bd. 14.)

E. Freund. Die Herstellung und Verwendung der Trockenmilch. Berlin 1918.

A. Hermann. Der Stand der deutschen Milchtrocknungsindustrie. Berlin 1928. (Diss.)

III. Teil.

Herstellung, Zusammensetzung und Verdaulichkeit einiger Futtermittel tierischer Herkunft.

Beim Schlachten der Tiere und bei Verarbeitung des Fleisches zur menschlichen Nahrung entstehen eine Reihe Abfälle, die sich nur als Futtermittel verwenden lassen, ebenso finden die Rückstände gefallener Tiere nach entsprechender Sterilisation etc. Verwendung als solche. Sie sind eiweiß- und vielfach auch fettreich und besitzen in den meisten Fällen einen hohen Mineralstoffgehalt. Einige dieser Abfallprodukte sollen in dieser Arbeit behandelt werden.

Tierkörpermehl.

Allgemeiner Teil.

Es soll mit einem Tierkörpermehl, früher auch Kadavermehl, deutsches Fleischmehl usw. genannt, und zwar mit der Herstellung desselben begonnen werden.

Die ursprünglichste und primitivste Methode zur Beseitigung von Tierkadavern und Fleischkonfiskaten ist die sog. Aasabdeckerei: Die Kadaver wurden auf den Schindanger geschafft, abgehäutet und liegen gelassen. Es ist unschwer zu erkennen, was geschah. Sie verfielen der Fäulnis, wurden zum Aas und Raub der Tiere und belästigten durch ihre Verwesungsprodukte Mensch und Tier. Diese Art der Abdeckerei hat sich durch ihre mehr als primitive Weise selbst zu Fall gebracht. Sie ist heute so gut wie ausgerottet. Bemerkenswert ist jedoch, daß man schon damals die ersten

Versuche, Teile des gefallenen Tieres zu verwerten, beobachten kann, denn teilweise entfernte man von den Tierleichen, bevor man sie dem Raubzeug und der Fäulnis überließ, nicht nur die Häute, sondern vereinzelt auch Fleischstücke, Knochen und Sehnen. Nach der später aufkommenden Methode des Verscharrens wurden die Kadaver auf dazu bestimmten Plätzen vergraben. Natürlich war dies ein Fortschritt und Vorteil gegenüber den bisher angewandten Maßnahmen, denn die Kadaver waren wenigstens vor Raubtieren und Insekten geschützt und belästigten durch Fäulnisgase nicht die Umgebung. Es wurde aber die Frage laut, wie sich die Bakterien in den vergrabenen Tierleichen verhalten, denn man wußte, daß sich Milzbrand- und Rauschbranderreger in Gestalt der Dauersporen jahrelang erhielten und sämtliche bekannten pathogenen Keime an Widerstandsfähigkeit übertrafen. Es wurde nun durch Versuche festgestellt, daß die Keime in den vergrabenen Tierleichen sich ebenso verhielten. Ähnliche Eigenschaften wies der Schweinerotlaufbazillus auf. Die Folge war, daß man nach einem Verfahren suchte, das zur sicheren Vernichtung aller Krankheitskeime führte. Man kam zur chemischen Vernichtung und kurz darauf zur Beseitigung mittels Verbrennung. Das erstere Verfahren ist zu einer großen Bedeutung wohl kaum gelangt. Es bestand in der Behandlung der Kadaver mit starken mineralischen Säuren bzw. Laugen (Schwefelsäure bzw. Natronlauge). Man erzielte hier ein Produkt, das nach Weiterverarbeitung als Düngemittel verwandt wurde. Abgesehen von der Unwirtschaftlichkeit bestanden auch gewisse Gefahren bei dem Umgang mit heißer Schwefelsäure. Bei dem Verfahren mit Lauge wurden neben Knochen und Fett auch noch Alkalialbuminate gewonnen, die man mit Superphosphat neutralisierte. Man war der Ansicht, auf diese Weise ein an Stickstoff und Phosphorsäure reiches Futter geschaffen zu haben Ein weiteres Verfahren, das bei richtiger Handhabung zur Vernichtung aller Krankheitskeime führen mußte, ist die Verbrennung. In seiner einfachsten Art war es natürlich auch noch sehr verbesserungsbedürftig. Man begann mit der Verbrennung über offenem Feuer auf freiem Felde, die infolge mannigfacher äußerer Einflüsse nicht vollkommen sein konnte. Dann ging man zur Einzelverbrennung in Gruben über, indem man möglichst in unmittelbarer Nähe des gefallenen Tieres eine Grube aushob, diese schichtenweise mit Scheitholz füllte und es mit Petroleum tränkte. Der Kadaver wurde hinauf gebracht, und das Ganze entzündet. Ein unbedingter Vorteil war der Fortfall des Transportes der Kadaver. Allmählich ging die Technik dazu über, Öfen zu schaffen, seien es fahrbare oder stationäre. Erwähnt sei hier das von einer ungarischen Firma Boni konstruierte fahrbare Krematorium, dessen großer Vorzug war, daß man besonders in ländlichen Gegenden, die mit

Milzbrand und Rauschbrand verseucht waren, die gefallenen Tiere sofort an Ort und Stelle vernichten konnte. Verwertbare Nebenprodukte wurden allerdings nicht gewonnen, sondern es blieben lediglich die Hufe und ein Häufchen Asche als Rückstand. Man war deshalb wieder mehr bestrebt, Verfahren anzuwenden, die nicht nur den Tierkörper unschädlich machten, sondern obendrein nutzbringend verwertbare Produkte lieferten. Als solches sei hier das von Bertoldi erwähnt, nach dem die Kadaver in offenen oder gedeckten Kesseln gekocht und gedämpft werden. Dieses Verfahren stellt die einfachste Anwendung der Faktoren Kochen und Dämpfen dar. Später arbeitete man mit hochgespannten gesättigten Wasserdämpfen, die dem Rohmaterial Fett, Leim und größere Mengen Extraktivstoffe organischer und anorganischer Natur entzogen. Die extrahierten Fleisch- und Knochenmassen wurden getrocknet und gemahlen. Der Grundtypus dieser Apparate ist der einfache Hochdruckdämpfer, in dem die Extraktion der auf einem Siebboden gelagerten Fleisch- und Knochenmassen in einem einfachen, zylindrischen Gefäß durch direkte Einführung des gespannten Dampfes stattfindet. Die Flüssigkeiten, die die Extraktivstoffe und das Fett enthalten, sammeln sich unter dem Siebboden an, werden abgelassen und gegebenenfalls weiter verarbeitet. Aus dem einfachen Hochdruckdämpfer ging der Kallisdesinfektor hervor, der aus drei Teilen, dem Desinfektor, dem Rezipienten und dem Kondensator besteht. Der Desinfektor ist zum Unterschied von dem gewöhnlichen Hochdruckdämpfer, der einwandig ist, zweiwandig. Der Rezipient dient zur Aufnahme der sich während des Kochprozesses unter dem Siebboden bildenden Flüssigkeiten, und zwar werden diese durch den im Desinfektor herrschenden Druck in ihn befördert. In dem dritten Gefäß, dem Kondensator, sollen die sich entwickelnden üblen Gase durch Einspritzen von kaltem Wasser niedergeschlagen werden. Verschiedene Unvollkommenheiten ließen aber diesen Apparat nicht zu dem werden, was man von ihm erhofft hatte.

Die Entwicklung des Abdeckereiwesens ist in folgender Zusammenstellung zu erkennen, die dem „Abdeckereiwesen“ von H. Haefcke entnommen ist: Die ursprünglich geübte Methode der Aasabdeckerei wurde durch das Verscharren der Tierleichen abgelöst. Es folgten Versuche, die Vernichtung auf rein chemischem Wege zu erreichen, die aber keine große Bedeutung erlangten. Man ging dann dazu über, die Kadaver zu verbrennen, zunächst ohne, später mit Ausnutzung der in ihnen enthaltenen Wertstoffe. Von den thermochemischen Verfahren seien, da sie heute noch angewandt werden, die von Venuleth & Ellenberger, Otte, Podewils und Hartmann kurz besprochen.

Das Podewil'sche System weist im Gegensatz zum oben erwähnten Kallisdesinfektor verschiedene Änderungen auf. Der grundlegende Unterschied liegt in der Beschaffenheit des Gefäßes. Wir haben es hier mit einer horizontal gelagerten, doppelwandigen, um ihre Achse sich drehenden Trommel zu tun. Ferner liegt das zu verarbeitende Gut nicht auf einem Siebboden. Die Durchkochung des Materials geschieht durch Einführung von direktem Kesselgas und die Abscheidung des Fettes durch ein von außen zu bedienendes, sich drehendes Abfüllrohr (das Tastrohr) in den Fettabscheider. Bei der später folgenden Trocknung bedarf es keiner Umlagerung, sondern man erreicht das Trocknen durch Beheizen des Doppelmantels und gleichzeitiges Rotieren der Trommel. Infolge mangelnder Fett- und Leimabsonderung ist das produzierte Tierkörpermehl stark fett- und leimhaltig. Man hat im Podewil'schen Tierkörpermehl 18—24 v. H. Fett nachweisen können und suchte darum nach einem neuen Verfahren der Fettabscheidung: Nach der Durchkochung wurde so viel einer Flüssigkeit, der sog. Verdrängungs- oder Auslaugungsflüssigkeit, von unten in die Trommel eingeführt, bis sie voll war. Die Fettschicht wurde natürlicherweise nach oben gedrängt und durch ein im Mannloch sich befindendes Ventil abgelassen. Als solche Flüssigkeit verwandte man Leimbrühe, die dann später wieder in den Prozeß eingeführt wurde. Andere Verbesserungen sind die Podewil'sche Kipptrommel, sowie eine Trommel mit vergrößerter Mannlochöffnung, um auch Kadaver in ungeteiltem Zustand einbringen zu können.

Bei dem nun folgenden, dem Hartmann'schen System, ist eine grundlegende Veränderung, ja Verbesserung eingetreten und zwar in der Art der Durchkochung und Trocknung. Es wird nicht mehr wie bei den anderen Systemen direkter Kesseldampf zur Durchkochung verwandt sondern aus dem Eigenwasser der betreffenden Kadaver entwickelter Dampf. Man hat es bei diesem neuen Verfahren also mit einer indirekten Durchdämpfung zu tun und hierdurch besonders großen wirtschaftlichen Nutzen erzielt. Wie bei den gewöhnlichen Hochdruckdämpfern lagert das Material auch bei dem vorliegenden Verfahren in einer Siebtrommel, so daß die Extraktionsflüssigkeiten, das Fett und die Leimbrühe, nach dem Rezipienten abfließen können. Dieses System schaltet zwischen dem letzteren und dem Extraktor den sogenannten Fettabscheider ein, ein kleines, nach oben hin konisch geformtes Gefäß. Durch Öffnen eines Hahnes an dem obersten Punkt dieses Gefäßes füllt sich der Fettabscheider bis oben hin. Das Ventil wird geschlossen, und die Flüssigkeit scheidet sich nunmehr automatisch nach dem spezifischen Gewicht. Auf diese Art und Weise ist das Fett nicht den hochgespannten

Dämpfen ausgesetzt, und man kann es zu jeder Zeit durch einfaches Öffnen des Hahnes aus dem Gefäß entnehmen, ohne daß Leimbrühe mit ausfließt.

Im übrigen verweise ich betreffs Einzelheiten über die Apparaturen auf das oben schon erwähnte ausführliche Werk von H. Haefcke „Abdeckereiwesen", das alle Verfahren näher behandelt und dem auch die hier genannten Angaben zum großen Teil entnommen sind.

Von dem Otte'schen System ist kaum etwas zu erwähnen. Die Apparatur besteht aus einem horizontal gelegenen, doppelwandigen Zylinder mit darin befindlicher Siebtrommel. Das Material wird mit direktem Kesseldampf behandelt. Die Flüssigkeiten gelangen in ein zweites Gefäß, den Rezipienten. In ein drittes Gefäß wird die Leimbrühe vom Rezipienten hinübergedrückt und eingedampft. Eine kleine, in der Siebtrommel sich befindende Walze, die bei jeder rotierenden Bewegung herabrollt, soll die Zerkleinerung des Materials bewirken. Die Rührarme, die an dem äußeren Umfang der Siebtrommel angebracht sind, sorgen für das Durchrühren und Transportieren des durch die Siebtrommel fallenden Trockengutes.

Venuleth und Ellenberger haben im wesentlichen frühere Vorschläge von Holthaus u. Wilcke wieder aufgenommen. Dieses System bringt einige Neuerungen bzw. von anderen Verfahren abweichende Arbeitsmethoden: Die Durchkochung und Trocknung des Materials geschieht in verschiedenen Behältern und zwar hier mit der Absicht, dadurch Zeit zu sparen, also wirtschaftlicher zu arbeiten; es wird dadurch möglich, den Kochapparat, nachdem er sein Material an den Trockenapparat zur weiteren Verarbeitung abgegeben hat, sofort wieder neu zu beschicken. Dann sei noch der Verdampfer erwähnt, der die Leimbrüheeindickung und das Verdampfen der Blut- und Spülwässer besorgt. Der Dampf wird ähnlich wie bei dem Hartmann'schen Verfahren zum Kochen und Trocknen des Materials verwandt. Schließlich wird bei diesem System außer den gewöhnlichen noch ein weiteres Produkt erzeugt, das sogenannte Torfleimdüngemittel, das durch Vermischen der eingeengten Leimbrühe und der Blut- und Spülwässer entsteht. Es wird hier also ein Tierkörpermehl produziert, das man mindestens als leimarm, um nicht zu sagen entleimt bezeichnen kann. Der Apparat besteht also aus dem Desinfektor, Fettabscheider, Verdampfer, Trockenapparat, Ejektor (zum Absaugen der Gase und Dämpfe) und dem Kondensator. H. Haefcke gibt in seinem 1906 erschienenen „Abdeckereiwesen" am Schluß dieses Buches eine Aufstellung der damals in Deutschland bestehenden thermochemischen Vernichtungs-

anstalten. Es arbeiteten damals nach Hartmann 35, Otte 18, Podewil 16, Venuleth u. Ellenberger 5, Hochmuth 1 und Rietschel u. Henneberg 3 Werke.

Die Produkte der Tierkörpervernichtungsanstalten sind das Fett, das oft zur Herstellung von Schmierölen und zur Seifen- und Kerzenfabrikation gebraucht wird, der Schlichteleim, der oben erwähnte Leimdünger und das Tierkörpermehl, dem unser besonderes Interesse gilt.

Die Ausführungsbestimmungen zum Futtermittelgesetz 7. Titel § 59 definieren das Tierkörpermehl oder Tiermehl folgendermaßen: „Tierkörpermehl, Tiermehl sind die mit gespanntem Wasserdampf getrockneten und gemahlenen Tierkörper oder Fleischabfälle der Tierkörpervernichtungs-(Verwertungs-)Anstalten und Schlachtabfälle. Der Wassergehalt betrage im Durchschnitt 11 %." Nach diesem Gesetz ist es nunmehr nicht mehr gestattet, das Tierkörpermehl als Kadavermehl zu bezeichnen, ebensowenig als „deutsches Fleischmehl", unter welcher Bezeichnung es seit 1916 auch gehandelt wurde.

Als äußere Merkmale seien folgende angegeben: Das Tierkörpermehl ist ein je nach dem Leimgehalt hell- bis dunkelbraun gefärbtes, mehr oder minder fein gekörntes Pulver. Das ohne Leimmehl getrocknete ist meistens heller braun gefärbt und hat im frischen Zustand keinen so unangenehmen Geruch, während das mit Leimmehl getrocknete in der Regel dunkler gefärbt ist und nach Leim riecht. Im allgemeinen hat aber das Tierkörpermehl einen für die meisten Menschen unangenehmen Geruch an sich, der von der Erhitzung des Fleisches auf hohe Temperaturen herrührt. Ein eventueller Geruch nach Fettsäuren soll von hohem Gehalt an Fett stammen. An faulende Substanzen erinnernder Geruch soll infolge längerer Lagerung, zumal unter ungünstigen Verhältnissen entstehen, besonders auch dann, wenn das Tierkörpermehl nicht genügend getrocknet ist. Diese Umstände erschweren die Verfütterung tierischer Abfallprodukte an Wiederkäuer und Pferde, während Schweine weniger empfindlich dagegen sind. Das Tierkörpermehl soll keine unverdaulichen Tierhaare enthalten. Je nach dem Ausgangsmaterial sind auch Spuren von pflanzlichen Beimengungen enthalten, die aus mitverarbeiteten Magen- und Darminhalt herrühren. Als Ausgangsmaterial dienen u. a. alle infizierten Tiere, ganze Kadaver, faulende und konfiszierte Ware aller Art, wie Schlachthofabfälle, faules Konserven- und Pökelfleisch, faule bzw. abgefallene Fische, verdorbene Därme, halbmodernde Tierteile, alle gesundheitsschädlichen Fleischwaren, wie auch vergiftete Tiere. So ist es denn auch leicht erklärlich, daß bei dieser reichen Auswahl

die Zusammensetzung des Tierkörpermehls oft eine recht verschiedene ist. Es dürfte deshalb wenig Zweck haben, hier viele Analysenergebnisse anzuführen, die im Laufe der Jahrzehnte aus einzelnen Proben ermittelt sind. H. Haefcke [1]) gibt als Grenzwerte an: Wasser 6—10 v.H., Mineralbestandteile 10—25 v.H., phosphorsaurer Kalk 5—12 v.H., Rohprotein 40,63—65,63 v.H., Fett 8—15 v.H. Ferner J. König [2]): Wasser 3,5—11,4/6,60, Rohprotein 40,0—65,0/52,15, Fett 8,0—22,0/16,6 und Asche 15,4—33,5/26,65. Der etwas hohe Fettgehalt, der an sich gut verdaulich ist und den Stärkewert des Tierkörpermehls in die Höhe treibt, kann aber die Schlachtqualität ungünstig beeinflussen. Dieser Umstand hat eine Firma Grotkass & Schirm, Bremen-Oldenburg zu einem neuen Verfahren Veranlassung gegeben, über das die Firma selbst folgende Angaben macht [3]): Nach erfolgter Enthäutung werden die Kadaver in großen Stücken in die Vernichtungsanstalten eingeführt. Die Därme usw. werden vorher gewaschen und von allen Futterresten, Kotteilen usw. befreit. Seuchenkadaver werden möglichst separat und immer mit der Haut, unzerteilt, vernichtet. In dem Extraktor wird das Rohmaterial mit Benzin derart behandelt, daß dieses in Dampf- und flüssiger Form fortwährend durch das rohe Fleisch streicht, wobei ungefähr 6—8 Stunden mit ca. 7—8 Atmosphären Druck bei 160 · 180° C. gearbeitet wird. Die ganze Anlage ist dabei so angeordnet, daß eine vollständige Trennung des Rohmaterials vom Fertigprodukt stattfindet, da der Maschinenraum vom Schlachtraum durchaus getrennt ist. Das fertige Produkt wird an der einen Stirnseite des Extraktors entnommen, während das gewonnene Fett in den Fettsammlern gereinigt wird, um von dort auf Fässer abgezogen zu werden. Sowohl Fett als Kadavermehl sind vollkommen frei von den gebrauchten Lösungsmitteln. Ein Nachteil dieses Verfahrens liegt in der Explosionsgefahr, ferner sollen die Knochenteile nicht ganz zerfallen. Nicht ganz zu verstehen ist es, warum nicht das gewöhnliche fettreiche Fertigprodukt mit Benzin behandelt werden kann. F. Honcamp gibt als Zusammensetzung eines solchen Tierkörpermehls folgende an [4]): Wasser 12,24 v.H., Asche 13,82 v.H., Fett 2,58 v.H, Rohprotein 70,65 v.H., davon 65,35 v.H. in Pepsin-Salzsäure löslich. Nach Peschek enthält Benzintierkörpermehl 7 v.H. Wasser, 10,3 v.H. N-haltige Stoffe, davon 94 v.H. verdaulich und 64,7 v.H. Rohprotein. Ein anderes nach diesem Verfahren hergestelltes Tierkörpermehl war wie folgt verdaut: Organische Substanz zu 87,3 v.H., Rohprotein zu 84,1 v.H, und Fett (Ätherextrakt) zu 99,2 v.H.

[1]) Abdeckereiwesen, P. Parey, Berlin 1906/162.
[2]) J. König, Untersuchung landw.u. landw. gewerblich-wichtiger Stoffe.
[3]) Landw. Vers. Stat. Bd. 75, 1911/169—178.
[4]) Landw. Vers. Stat. Bd. 75, 1911/171.

Heutige Tierkörpermehle sind oft dadurch gekennzeichnet, daß infolge des hohen Drucks, bei dem sie gedämpft wurden, die Muskelsubstanz zum Teil in Albumosen und Peptone und sogar in minderwertige Zersetzungsprodukte übergeführt wird. Ein anderer Teil der im Fleisch vorhandenen Eiweißstoffe wird sogar unverdaulich. So besteht also das Rohprotein zu einem wesentlichen Teil aus N-haltigen Verbindungen nichteiweißartiger Natur, wahrscheinlich aus Leim und Amidalbuminen bzw. Albumosen, die als Zersetzungsprodukte des Eiweißes infolge der lang andauernden Einwirkung von gespannten Dämpfen entstehen. In bezug auf die leimgebenden Substanzen hat sich herausgestellt, daß sie wohl eiweißersparend, aber nicht eiweißersetzend wirken können. So haben V. Schenk und Voelß mit Recht die Verdaulichkeit des Rohproteins im Tierkörpermehl geringer als im Liebig'schen Fleischfuttermehl veranschlagt. Die natürliche Folge muß auch sein, daß infolge des hohen Gehalts an N-haltigen Verbindungen nichteiweißartiger Natur auch der Gehalt an verdaulichem Eiweiß ein geringerer ist. Es versteht sich von selbst, daß sowohl im Tierkörpermehl als auch in den übrigen später zu behandelnden Futtermitteln die mineralischen Bestandteile in sehr hohem Maße enthalten sind, so daß man sie öfter als unnötige Ballaststoffe betrachtet hat.

Als man nun Ende des vorigen Jahrhunderts mit der Verfütterung des Tierkörpermehls begann, wurden bald Befürchtungen laut, daß mit dem Tierkörpermehl aus den Leichen seuchenkranker Tiere Seuchen verschleppt werden könnten. Es entstand, vielleicht im Wettbewerb absichtlich gefördert, ein Vorurteil gegen das damalige Kadavermehl. Zur Klärung sind viele Versuche angestellt worden u. a. von Ellenberger, Fingerling, Glage, Haefcke, Honcamp, Kellner, König, Lehmann, Voelß u. a. Alle kommen übereinstimmend zu dem Ergebnis, daß die Verfütterung von Tierkörpermehl keinerlei Gesundheitsschädigungen hervorruft. Es sei nur ein Gutachten, und zwar das von Glage, herausgegriffen, der nach langen Versuchen zu folgendem Ergebnis kommt[1]: „Tierkörpermehl, selbst aus faulem Rohmaterial und Seuchenkadavern hergestellt, ist ein dem Gerstschrot an Produktionswert überlegenes Kraftfuttermittel. Junge Schweine verwerten Tierkörpermehl höher als ältere. Das Fleisch der Schweine nimmt nach Verfütterung selbst großer Mengen Kadavermehl keinen üblen Geruch oder Geschmack an. Durch Verfüttern selbst großer Mengen faulen Fleisches sind tödliche Vergiftungen durch Ptomaïne bei Schweinen nicht zu erzeugen. Vergiftungen durch Ptomaïne und Toxine sind in der Praxis

[1]) Glage, Über die Tierkörpermehle, Monatshefte für prakt. Tierheilkunde. Bd. 13.

bei Verfütterung von Tierkörpermehl nicht zu befürchten. Bei der Darstellungsmethode des Tierkörpermehls im Podewilsapparat werden selbst Sporen von erheblicher Konsistenz (Milzbrand) vernichtet. Die Ptomaïnvergiftungen, die bei Schweinen in der Praxis überhaupt beobachtet sind, waren in erster Linie durch stark gesalzene Waren (Pökelfleisch) und speziell durch Heringslake hervorgerufen."

Aus diesem Gutachten geht klar hervor, daß sich auch aus hochgradig faulem Material einwandfreies Tiermehl erzeugen läßt. Die Ausbeute an Fett und dessen Beschaffenheit ist um so besser, je frischer das Ausgangsmaterial war.

Zu den gleichen Ergebnissen kommt ein Gutachten, gegeben vom Landesveterinäramt, über Fischmehl, Tierkörpermehl usw. im Ministerialblatt der preußischen Verwaltung f. L. Do. F. vom 2. 5. 1929. Dieses Gutachten wird wie folgt zusammengefaßt: „Das in ordnungsmäßig eingerichteten Abdeckereien gewonnene Tierkörpermehl und Tiermehl bietet hinsichtlich der Gefahr der Übertragung von Krankheiten keine Gefahr. Dagegen ist die Verfütterung von ausländischem Fleischmehl, Fleischfuttermehl, Fleischknochenmehl und Tierkörpermehl nicht immer ungefährlich. Zu letzterem Schluß kam man auf Grund der Tatsachen, daß während der Kriegszeit, als die Einfuhr ausländischer Futtermittel und somit auch des amerikanischen Fleischmehles usw. unterbunden war, keine neuen Fälle von Milzbrand bekannt wurden; ja man konnte sogar beobachten, daß mit dem Aufhören der Einfuhr aller ausländischen Futtermittel der Milzbrand in unseren landwirtschaftlichen Viehhaltungen in auffallendem Maße zurückging."

Chemischer Teil.

Was das uns zur Untersuchung vorliegende Tierkörpermehl betrifft, bezeichnet als „Tierkörpermehl Westerode", so stellt sich dieses rein äußerlich als Material von grober, ungleichmäßiger, fettig sich anfühlender Beschaffenheit und ausgesprochen dunkelbrauner Farbe dar. Die analytische Untersuchung erstreckte sich auf die Ermittlung seines zahlenmäßigen Gehaltes an Rohprotein, Reineiweiß, Rohfett (Aetherextrakt) und C- und CO_2-freier Asche, ferner auf die Aschenbestandteile. Die Weender Futtermittelanalyse ergab folgende Werte im Analysenmaterial und in der Trockensubstanz:

Tabelle I.

	Tierkörpermehl Westerode	
	i. d. Original-substanz v. H.	i. d. Trocken-substanz v. H.
Feuchtigkeit	9,67	—
Rohprotein	56,81	62,89
Reineiweiß	36,25	40,13
Amide	20,56	22,76
N-freie Extraktstoffe	1,50	1,66
Rohfett (Ätherextrakt)	16,47	18,23
Asche	15,55	17,22

An mineralischen Bestandteilen wurde in dem Tierkörpermehl gefunden:

Tabelle II.

	Tierkörpermehl Westerode v. H.
HCl Unlöslich	0.45
Fe_2O_3	0,28
CaO	6,79
MgO	Spuren
Na_2O	1,28
K_2O	0,74
Cl	0,41
P_2O_5	5,77
S	0,14

Die Asche setzt sich wie folgt zusammen:

Tabelle III.

	v. H.
HCl Unlöslich	2,89
Fe_2O_3	1,80
CaO	43,67
Na_2O	8,23
K_2O	4,76
Cl	2,64
P_2O_5	37,11
S	0,90

Der Gang der Aschenanalyse ist nach Angaben von H. Mach-Augustenburg ungefähr folgender: Die Zerstörung der organischen Substanz erfolgte auf trockenem Wege durch Veraschung, indem 25 gr der betreffenden Substanz in einem Porzellantiegel zunächst vorsichtig verkohlt, dann mit warmen Wasser ausgelaugt und filtriert wurden. Das Filter mit dem Rückstand wurde nach dem Trocknen durch starkes Glühen vollkommen verascht, das eingeengte Filtrat hinzugegeben, das Ganze auf dem Wasserbad zur Trockne eingedampft und im Trockenschrank getrocknet. Die Metalle sind in der Asche enthalten als Carbonate, Phosphate, Sulfate, Cloride und Silikate. Die Abscheidung der Kieselsäure erfolgt nach bekannter Methode. Aus den Silikaten scheidet sich SiO_2 ab und bildet mit dem eventl. vorhandenen Sand und den noch vorhandenen

Kohleteilchen den in Salzsäure unlöslichen Rückstand. Das Abrauchen mit Salzsäure ist als bekannt anzunehmen. Nach dem Filtrieren der Aschelösung in einen 500 ccm-Kolben wäscht man mit heißem Wasser bis zur verschwindenden Chlorreaktion aus, läßt erkalten und füllt bis zur Marke auf. Rückstand und Filter werden getrocknet, verascht, geglüht und als Salzsäure-Unlösliches gewogen. Von den 3 Metallen Eisen, Aluminium und Mangan wurde nur ersteres nachgewiesen. Die Trennung des Eisens von den übrigen Basen geschieht nach der Acetatmethode, die darauf beruht, daß Eisenacetat in verdünnter Lösung in der Wärme hydrolytisch in Essigsäure und basische, unlösliche Acetate zerlegt wird, während die Acetate der zweiwertigen Metalle unzerlegt bleiben. Die Ausführung geschieht nach den Angaben im Treadwell. Das Eisen selbst bestimmt man nach der Methode von Zimmermann-Reinhardt, die auf der leichten Reduzierbarkeit des Ferrichlorids durch Zinnchlorür in der Hitze beruht. Den Gehalt an Fe_2O_3 ermittelt man durch Titration mit n/10 Kalium-Permanganatlösung. Die Ausführung siehe auch H. Wießmann, Agrikulturchemisches Praktikum, P. Parey, Berlin.

Zur Bestimmung von Calcium und Magnesium dienen je nach dem mutmaßlichen Gehalt an Calcium Mengen zwischen 10 und 30 ccm. Man entfernt Phosphorsäure indem man der Lösung $FeCl_3$ hinzusetzt, da das vorhandene Eisen nicht ausreicht, um alle Phosphorsäure als Eisenphosphat zu fällen. Das Calcium bestimmt man in bekannter Weise als Calcium-Oxalat. Man löst dieses in Schwefelsäure, verdünnt mit Wasser und titriert mit n/10 Kalium-Permanganatlösung bis zur bleibenden Rosafärbung. Das Filtrat vom Oxalatniederschlag dient zur Magnesiumbestimmung. Magnesium wurde nur in Spuren festgestellt.

Zur Bestimmung des Kaliums und Natriums wendet man 100 ccm der kieselsäurefreien Aschelösung an. Schwefelsäure fällt man in salzsaurer Lösung mit Bariumchlorid als Bariumsulfat, überschüssiges Eisen und vielleicht vorhandenes Aluminium und Magnesium als Hydroxyde und endlich überschüssiges Bariumchlorid und Calcium mit Ammonoxalat und Ammonkarbonat. Dieses Gemisch füllt man in einem Kölbchen bis zur Marke auf, filtriert durch trockenes Gerät und benutzt einen aliquoten Teil zur Alkalibestimmung. Durch Erhitzen der vorher eingedampften Lösung werden die Ammonsalze verjagt, das nunmehr allein vorhandene Kalium und Natrium durch Eindampfen mit Salzsäure in Chlorid übergeführt und als solches gewogen. Nach dem Wägen nimmt man den Rückstand mit Wasser auf und bestimmt das Kalium als Kaliumperchlorat nach der im Wießmann angegebenen Methode (S. 140—143). Aus der Differenz der gefundenen Gesamtmenge Alkalichloride und der für Kaliumchlorid errechneten Menge

ergibt sich der Gehalt an Natriumchlorid. Die Umrechnung in K_2O bzw. Na_2O bietet keine Schwierigkeiten mehr.

Als letztes folgt die Bestimmung der Anionen Cl, S und P_2O_5. Zur Chlorbestimmung durchfeuchtet man, um Chlorverluste zu vermeiden, 5 gr des betreffenden Futtermittels mit 5%iger chlorfreier Sodalösung (ca. das Zehnfache des vorhandenen Chlors an Soda) und verascht nach dem Trocknen vorsichtig, jedoch hinreichend, um einen möglichst farblosen Aschenauszug zu erhalten. Man durchfeuchtet mit Wasser, dann mit verdünnter Salpetersäure, filtriert am besten durch ein gehärtetes Filter, wäscht mit heißem Wasser nach und titriert nach Vollhard unter Zusatz von Äther. Näheres siehe im agrikulturchemischen Praktikum von H. Wießmann.

Weitere 5 gr der Ursubstanz werden in derselben Weise mit Soda behandelt, zur Trockne gebracht und auf einem elektrischen Glühofen in ca. 15 Min. verascht (oder über einem Spiritusbrenner). Man spült mit heißem Wasser in einen Kolben, oxydiert mit 3%iger Wasserstoffsuperoxydlösung, säuert mit Salzsäure an und löst durch Kochen die gebildeten Sulfate. Vor der Fällung stumpft man die vorhandene Säure ab, bis die Lösung nur noch schwach sauer reagiert, filtriert und fällt mit Bariumchlorid die Sulfationen in üblicher Weise. Umrechnung erfolgt auf S.

Zur Phosphorsäurebestimmung wurde die Substanz einer Säuregemischveraschung unterworfen, indem 5 gr des betreffenden Futtermittels im Kjeldahlkolben mit 25 ccm konzentrierter Schwefelsäure (sp. Gew. 1,84) und ca. 100 ccm Salpetersäure (sp. Gew. 1,4) behandelt wurden. Salpetersäure gibt man sehr vorsichtig solange hinzu, bis der Inhalt des Kolbens sich nicht mehr dunkel färbt. Man läßt erkalten, spült in einen 500 ccm Kolben, füllt auf, filtriert und pipettiert von dieser Lösung 15 ccm in ein Becherglas, fügt 35 ccm einer Salpetersäure vom sp. Gew. 1,2, die in 100 ccm 3 ccm Schwefelsäure enthält, hinzu, so daß die Phosphatlösung 50 ccm beträgt. Alsdann fällt man die Phosphorsäure nach der Methode von Lorenz als Ammoniumphosphormolybdat. Näheres siehe Wießmann S. 40—42.

Obwohl es eigentlich überflüssig erscheint, soll doch kurz auf die Bedeutung der Mineralstoffe in einem Futtermittel für die Ernährung des Tieres hingewiesen werden. Die anorganischen Bestandteile des tierischen Körpers werden als bekannt vorausgesetzt.

Bei jüngeren Tieren sind die Mineralstoffe zum Aufbau des Skelettes und bei allen Tieren zum normalen Verlauf des

Stoffwechsels erforderlich. Der Tierkörper hat bei reicher Zufuhr sogar die Neigung, Mineralstoffe im Überschuß aufzunehmen, um sich in mineralstoffarmen Zeiten die Existenz zu sichern. Sie sind nicht nur zum Körpergewebeansatz, sondern auch zum Ersatz des durch den Stoffwechsel hervorgerufenen Abgangs nötig. So finden sich in Ausscheidungen regelmäßig Mineralstoffe. Außerdem scheiden die Milchkühe mit der Milch nicht unerhebliche Mengen von Mineralstoffen ab. Man hat beobachtet, daß Tiere bei unzureichender Verabreichung von anorganischen Stoffen mangelhaftes Wohlbefinden aufweisen, ja, daß sogar bei längerem Mangel an Kalk und Phophorsäure im Futter bei jüngeren Tieren Knochenerweichung (Rachitis), bei älteren Knochenbrüchigkeit (Osteomalacie) auftritt. Man muß deshalb bei unzulänglichem Vorhandensein Zusätze von Phosphorsäure, Calcium und Natriumchlorid machen, in Form von phosphorsaurem Futterkalk, kohlensaurem Kalk und evtl. Kochsalz.

Verdaulichkeitsuntersuchungen.

Alle Futtermittel, sowohl das Tierkörpermehl als auch die weiter unten zu besprechenden anderen tierischen Abfallprodukte, wurden durch Ausnutzungsversuche mit Schweinen auf ihre Verdaulichkeit untersucht und zwar mit 4—6 Tagen Vor- und 6 Tagen Hauptfütterung. Das Grundfutter bei den Perioden mit Tierkörpermehl bestand aus 500 gr Gerstschrot und 500 gr Weizenschalenkleie. Letztere wurde dem Gerstschrot zugelegt, um die Darmperistaltik der Tiere mehr anzuregen, denn in den Perioden, in denen nur Gerstschrot gegeben war, hatten sich auf die Dauer Verdauungsstörungen bei den Tieren eingestellt. Von dem Tierkörpermehl wurden dem Grundfutter 200 gr zugelegt. Falls die Tiere die ganze Ration nicht sofort aufnahmen, wurde so verfahren, daß am ersten Tag 50 gr und dann allmählich bis zur vollen Ration steigernd verfüttert wurde. Erst dann begann die eigentliche Vorfütterung. Nach der Gewöhnung nahmen die Tiere das Futter gerne und restlos auf, und zwar wurde das Tierkörpermehl mit dem Grundfutter trocken vermischt, dann mit Wasser zu einem dicken Brei angerührt und den Tieren in 3-Tagesportionen vorgesetzt.

Das als Grundfutter verabfolgte Gerstschrot enthielt in der wasserfreien Substanz: 10,28 v. H. Rohprotein, 9,69 v. H. Reineiweiß, 81,46 v. H. N-freie Extraktstoffe, 1,21 v. H. Rohfett, 4,27 v H. Rohfaser und 2,78 v. H. C- und CO_2-freie Asche. Die Weizenschalenkleie: 19,72 v. H. Rohprotein, 17,63 v. H. Reineiweiß, 59,64 v. H. N-freie Extraktstoffe, 4,51 v. H. Rohfett, 9,97 v. H. Rohfaser und 6,16 v. H. C- und CO_2-freie Asche.

Die täglichen Futterationen waren:

Tabelle IV.

	Luft-trocken gr	Trockensubstanz v. H.	Trockensubstanz gr
1. Periode:			
Grundfutter: Gerstschrot	500	91,58	457,90
Weizenschalen	500	88,20	441,00
zusammen	1000,0	—	898,90
2. Periode:			
Gerstschrot	500	87,57	437,85
Weizenschalen	500	87,84	439,20
Tierkörpermehl	200	90,90	181,80
zusammen	1200	—	1058,85

Nachstehend sind die im Durchschnitt der ganzen Periode täglich ausgeschiedenen Kotmengen angegeben:

Tabelle V.

Datum	Stall-temperatur °C	Schwein III Frischkot gr	Schwein III Kottrocken-substanz gr	Schwein VI Frischkot gr	Schwein VI Kottrocken-substanz gr
		Grundfutterperiode			
16. 9. 29	18	1304,5	214,96	997,8	197,18
17. 9. 29	18	1807,0	298,18	1677,5	319,31
18. 9 29	18	1444,5	258,04	1179,1	226,85
19. 9. 29	18	1533,1	266,20	1410,4	270,15
20. 9. 29	17	850,5	157,82	1273,3	251,88
21. 9. 29	16	1246,5	237,18	1385,5	285,03
im Mittel	17,5	1364,35	238,73	1320,6	258,40
		Tierkörpermehl			
10. 11. 29	8	1632,5	313,98	1522,5	345,04
11. 11. 29	8	1553,5	319,68	1084,0	247,96
12. 11. 29	8	1757,5	345,24	916,0	221,06
13. 11. 29	8	1466,0	266,98	1528,0	331,14
14. 11. 29	7,5	1279,0	236,88	1424,5	296,95
15. 11. 29	7 5	1323,5	309,12	1744,5	315,41
im Mittel	8	1502,0	298,65	1369,9	292,93

Die Kote der Grundfutterperiode und der Periode, in der Tierkörpermehl zugelegt wurde, wiesen folgende chemische Zusammensetzung auf:

Tabelle VI.

	Organ. Substanz v. H.	Rohprotein v. H.	N-freie Extrstoffe v. H.	Rohfett (Ätherextr.) v. H.	Rohfaser v. H.	Asche (C- und CO_2-frei) v. H.
Grundfutterperioden:						
Schwein III	87,79	15,04	45,59	4,28	22,88	12,21
Schwein IV	87,61	16,10	46,02	4,41	21,08	12,39
Tierkörpermehlperiode:						
Schwein III	84,52	18,78	42,55	5,98	17,21	15,48
Schwein IV	84,28	18,87	42,86	5,06	17,49	15,72

Die Werte sind berechnet auf Trockensubstanz. Auf Grund des durch die Analysen festgestellten und auf Trockensubstanz berechneten Gehaltes an Rohnährstoffen in dem als Grundfutter dienenden Gemisch von Gerstschrot und Weizenschalenkleie und in dem bei der Grundfutterperiode ausgeschiedenen Kote haben wir zunächst die Verdaulichkeit des Grundfutters berechnet:

Tabelle VII.

	Trokkensubstanz gr	Organ. Substanz gr	Rohprotein gr	N-freie Extraktstoffe gr	Rohfett gr	Rohfaser gr
Schwein III						
500 gr Gerstschrot enthalten	457,90	445,17	47,07	373,01	5,54	19,55
500 gr Weizenschalen enthalten	441,00	413,84	86,97	263,01	19,89	43,97
Gesamtverzehr	898,90	859,01	134,04	636,02	25,43	63,52
im Kote ausgeschieden	238,73	209,58	35,90	108,84	10,22	54,62
verdaut in gr	660,17	649,43	98,14	527,18	15,21	8,90
verdaut v. H.	73,44	75,60	73,22	82,89	59,81	14,01
Schwein IV						
Gesamtverzehr	898,90	859,01	134,04	636,02	25,43	63,52
im Kote ausgeschieden	258,40	226,39	41,60	118,92	11,40	54,47
verdaut in gr	640,50	632,62	92,44	517,10	14,03	9,05
verdaut v. H.	71,25	73,65	68,96	81,30	55,17	14,25

Die Verdauungskoeffizienten zeigen, daß die Tiere das Grundfutter befriedigend übereinstimmend verdaut haben.

Die chemische Zusammensetzung der Futterrationen in der Tierkörpermehlperiode, berechnet auf wasserfreie Substanz, war:

Tabelle VIII.

	Trok-ken-Sub-stanz gr	Organ. Sub-stanz gr	Roh-protein gr	Roh-Fett gr	Asche (C- und CO_2-frei) gr
Grundfutter	877,05	837,83	131,62	25,11	39,22
200 gr Tiermehl	181,80	150,49	114,33	33,14	31,31
Gesamtverzehr	1058,85	988,32	245,95	58,25	70,53

Die Verdaulichkeit des Tierkörpermehls berechnet sich wie üblich folgendermaßen:

Tabelle IX.

	Trok-ken-sub-stanz gr	Orga-nische Sub-stanz gr	Roh-pro-tein gr	Rohfett gr
Schwein III verzehrt	1058,85	988,32	245,95	58,25
scheidet im Kot aus	298,65	252,42	56,09	17,86
verdaut im Ganzen	760,20	735,90	189,86	40,39
verdaut im Grundfutter	644,12	633,64	95,75	14,84
verdaut vom Tiermehl	116,08	102,26	94,11	25,55
Schwein IV verzehrt	1058,85	988,32	245,95	58,25
scheidet im Kot aus	292,93	246,88	55,28	14,82
verdaut im Ganzen	765,92	741,44	190,67	43,43
verdaut im Grundfutter	624,93	617,24	90,19	13,69
verdaut vom Tiermehl	140,99	124,20	100,48	29,74

Nachdem auf diese Art und Weise die auf das Tierkörpermehl entfallenden Anteile der verdauten Nährstoffmengen ermittelt sind, können wir daraus die Verdauungskoeffizienten (Tabelle X) und mit deren Hilfe den Gehalt an verdaulichen Nährstoffen errechnen. Für die Berechnung des Stärkewertes wurde eine Wertigkeit von 100 zu Grunde gelegt (Tabelle XI).

Tabelle X.

	Trok-ken-sub-stanz gr	Orga-nische Sub-stanz gr	Roh-protein gr	Rohfett gr
Schwein III	63,9	68,0	82,3	77,1
Schwein VI	77,6	82,5	87,9	89,7
im Mittel	70,7	75,2	85,1	84,4

Tabelle XI.

Rohprotein	53,52 v. H.
Eiweiß	30,76 v. H.
Rohfett	15,39 v. H.
Stärkewert	66,00

Die Verdauungskoeffizienten des Tierkörpermehls zeigen bis auf den des Proteins, auf das es hier aber in erster Linie ankommt, eine nicht sehr gute Übereinstimmung. Es ist möglich, daß die großen Unterschiede in der doch etwas kurzen Dauer der Perioden zu suchen sind. Die Durchschnittszahlen der Verdauungskoeffizienten für das Tierkörpermehl sind aber durchaus normal, und man kann es als gut verdaulich bezeichnen.

Für praktische Verhältnisse dürften folgende Zahlen Interesse haben. Sie geben den Gehalt des Tierkörpermehls an verdaulichem Eiweiß und Stärkewert im Doppelzentner an, bezogen auf lufttrockene Substanz unter Annahme einer Feuchtigkeit von 10 v. H.:

Verdauliches Eiweiß	27,7 kg
Stärkewert	59,4 kg

Fischmehle I und II, Fleischmehl, Fleischknochenmehl, Knochenschrot, Walmehl I und II und Waltierknochenmehl.

Wie ich schon oben mehrfach erwähnte, wurde noch eine Anzahl weiterer Futtermittel tierischer Herkunft auf ihre chemische Zusammensetzung und Verdaulichkeit untersucht. Es handelt sich hierbei um folgende: ein fettarmes und ein fettreiches Fischmehl, ein Fleischmehl, ein Fleischknochenmehl, ein Knochenschrot, ein Walmehl 40%ig, ein Walmehl 50%ig und schließlich ein Waltierknochenmehl.

Hinsichtlich der beiden Fischmehle sei auf eine zur gleichen Zeit an der Landwirtschaftlichen Versuchsstation Rostock von H. Chr. Schulz ausgeführte Arbeit hingewiesen, die Herstellung und Futterwert verschiedener Fisch-, Herings-, Dorsch- und Walmehle ausführlich behandelt. An dieser Stelle sei von mir deshalb nur die Zusammensetzung und Verdaulichkeit angegeben, die ich ermittelte, und auf den betreffenden Paragraphen im Futtermittelgesetz hingewiesen, wo es in den Ausführungsbestimmungen zu diesem im VII. Titel § 52 heißt: „Fischmehl, Fischfuttermehl wird hergestellt aus Fischen oder Fischabfällen. Es kommen vor Erzeugnisse mit geringem oder höherem Salzgehalt. Hoher Salzgehalt mindert den Wert der Ware herab. Im Verkehr unterscheidet man nach Art der

verwendeten Rohstoffe Fischmehl und Heringsmehl. Unter den Fischmehlen kommen vor Dorschmehl, Fischmehl aus Fischabfällen, Weißfischmehl u. a. Erzeugnisse, die ganz oder überwiegend aus Hering hergestellt werden, sind als Heringsmehl zu benennen. Fettreiche Fischmehle aller Art sind bei der Verfütterung an Säue und Jungschweine unbedenklich, wirken aber gegen Ende der Mast ungünstig auf die Beschaffenheit des Fleisches der Schweine. Ein Gehalt von mehr als 30 v. H. phosphorsaurem Kalk deutet auf einen zu hohen Anteil an Gräten hin. Der Wassergehalt betrage je nach Art der Herstellung im Durchschnitt 12—14 v. H." Über die drei folgenden Futtermittel: Fleischmehl, Fleischknochenmehl und Knochenschrot sagt der § 53 des F. M. G. folgendes: „Fleischfuttermehl, Fleischmehl ist ein getrocknetes und gemahlenes Erzeugnis aus:

a) Rückständen der Herstellung von Fleischextrakt und anderen Fleischpräparaten,
b) dem Fleisch geschlachteter, gesunder Tiere,
c) Fleischabfällen von Fleischgefrieranstalten und Konservenfabriken.

Der Gehalt an phosphorsaurem Kalk darf 12 v. H. nicht übersteigen, der Wassergehalt beträgt im Durchschnitt 11 v. H. Ist in den Erzeugnissen unter a—c der Gehalt an phosphorsaurem Kalk höher als 12 v. H., so sind sie als Fleischknochenmehle, höher als 32 v. H. als Knochenschrote zu bezeichnen."

O. Kellner [1]) definiert das Fleischfuttermehl als Abfall bei der Fleischextraktfabrikation, bestehend aus den mit Wasser ausgelaugten, unlöslichen Teilen frischen Fleisches. Nach dem von Liebig angegebenen Verfahren verwendet man nur gesundes, von Knochen, Sehnen und Fett möglichst befreites, gehacktes Rindfleisch, das mit Wasser unter allmählicher Zufuhr von Wärme extrahiert wird. Der Rückstand wird getrocknet und gemahlen, wobei man etwas Chlorkalium, phosphorsaures Natrium und Kalksalze hinzumischt, um die durch die Auslaugung entzogenen Fleischsalze zu ersetzen. V. Schenke [2]) und E. Pott [3]) schreiben Näheres über das Prinzip der Fleischextraktherstellung. Die Verfahren von Liebig (Fray-Bentos in Uruguay), Buschenthal, Kemmerich u. a. stimmen darin überein, reines, möglichst fett- und sehnenfreies Fleisch bei 75—80° C zu extrahieren, d. h. mit Wasser zu behandeln. Das im Fleischsaft enthaltene Eiweiß wird hierdurch zum Gerinnen gebracht. Die resultierende Flüssigkeit wird eingedampft und in luftdicht schließende Büchsen verpackt. Aus 30—40 kg reinem,

[1]) O. Keller, Ernährung der landw. Nutztiere, 1912/394.
[2]) Landw. Vers. Stat. 58/9.
[3]) E. Pott, Die landwirtsch. Futtermittel, 1898/487.

gehacktem Magerfleisch gewinnt man so etwa 1 kg Extrakt von gallertartiger Konsistenz. Der Extrakt ist wohl zu unterscheiden von sog. Fleischsaft, der aus rohem Fleisch durch Abpressen gewonnen wird. Die Fleischrückstände (extrahierte Fleischfasern) werden gedarrt, gemahlen und bilden in dieser Form ein gut verwendbares, konzentriertes Futtermittel, das sog. Fleischfutter- oder Fleischmehl des Handels. Fleischmehl ist ein verschieden feines, gelblich bis gelbbraun gefärbtes Mehl. Eventuell parmesanartiger Geruch des Futtermittels ist auf das Vorhandensein von Fettsäuren zurückzuführen. Andere Nebenprodukte bei dieser Fabrikation sind Häute, Därme, Talg, Speisefett, Leim, Knochenmehl, Blutmehl, Tieralbumine u. a.

E. Pott gibt als Werte für eine Fleischmehlanalyse an: Trockensubstanz 82,5—94,2/89 v. H., N-haltige Stoffe 60—84,3/72 v. H., Rohfett 7,1—24,5/13 v. H., N-freie Extraktstoffe 0,04—7,4/0,3 v.H. und Asche 3,7 v.H. (bis 1,08 v.H. Sand). V. Schenke[1]) gibt als Gesamtmittel von 126 Analysen an: Wasser 10,67 v.H., Rohprotein 71,22 v.H., Rohfett 13,74 v. H. N-freie Extraktstoffe 0,99 v.H. und Asche 4,08 v.H. Ferner J. König[2]) Rohprotein 59,9—84,2/72,32 v.H., Rohfett 5,9—24,0/13.17 v.H., Wasser 5,7—15,2/10,5 v.H., Asche 1,6—12,0/3,98 v.H. Betreffs des Proteins bzw. Gesamtstickstoffgehalts des Fleischmehles fand Klinkenberg 2,17 v.H. des Gesamtstickstoffs aus unverdaulichem Nuclein, 4,53 v. H. aus mit Kupferoxydhydrat nicht fällbaren Amiden bestehend, sodaß 93,30 v.H. des Gesamtstickstoffs auf verdauliches Eiweiß entfallen. Stutzer fand ähnliche Resultate: 5,5 v.H. entfallen auf Nichtproteinstoffe, 0,9 v.H. auf unverdauliches Protein, also 94 v.H. auf verdauliches Eiweiß. Endlich sei noch eine Angabe von O. Kellner erwähnt[3]), nach der Fleischmehl im Durchschnitt 10—12 v.H. Wasser, 72—73 v.H. Stickstoffsubstanzen, 69—70 v H. Eiweiß, 12—13 v.H. Fett und 3—4,5 v.H. Mineralstoffe enthält. Der Rohfettgehalt ist ähnlich dem der Ölkuchen. Das Fett sieht gelb bis gelbbraun aus. Untersuchungen von Soxleth[4]) ergaben, daß es 3,83 v.H. Cholesterin und 3,06 v.H. Lecithin (auch in Äther löslich) enthält. Im übrigen besteht es aus Palmitin, Stearin und Olein. Verfälschungen sind nach König und Schenke selten. Am nächsten liegt eine solche vielleicht mit Fleischknochenmehl oder Knochenschrot, was man aber am hohen Aschegehalt feststellen, oder evtl. auch mit Tierkörpermehl, das man auch mikroskopisch nachweisen könnte.

[1]) Schenke, Vers. Stat. 1903/13.
[2]) J. König, Untersuchung landwirtschaftlicher und landwirtschaftlich-gewerblich wichtiger Stoffe, Bd. 1.
[3]) O. Kellner, Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere, 1912/394.
[4]) E. Pott, Landwirtschaftliche Futtermittel.

Eventuelle Bedenken wegen Ptomain und irgendwelcher Krankheitskeime sind im Hinblick auf die Herstellungsweise ungerechtfertigt.

Verdauungsversuche mit Schafen, Schweinen und Ochsen ergaben folgende Resultate [1]):

	Organische Substanz v. H.	Protein v. H.	Fett v. H.
Schaf	95,05	94,88	98,10
Schwein	91,66	96,98	85,72
Ochse	91,30	91,40	97,80

V. Schenke kam so zu dem Ergebnis, daß das Fleischmehl ein gut verwendbares Futtermittel sei, das so gut wie keine N-freien Extraktstoffe, sondern fast nur Protein und Fettsubstanz sowie anorganische Salze enthält. Es kann infolgedessen überall da Verwendung finden, wo ein enges Nährstoffverhältnis angestrebt wird, ebenfalls ist es sehr angebracht bei Fütterung größerer Mengen Häcksel, Rüben, Kartoffeln usw.; anfänglich wurde das Fleischmehl nur an Omnivoren, später auch mit gutem Erfolg an Pflanzenfresser verfüttert. Ferner ist es als eiweißreiches Beifutter durchaus geeignet. Schlechter Geschmack des Fleisches oder Speckes nach Verfütterung ist nicht nachgewiesen worden.

Als Rohstoff für Fleischknochenmehl und Knochenschrot gibt J. König die bei der Fleischextraktion gewonnenen knochenreichen Abfälle an.

Das Walfleischmehl wird aus dem Fleisch der Walfische hergestellt, indem es mit überhitztem Wasserdampf bei 4—6 Atmosphären (150—160°) während 6—8 Stunden behandelt wird, mit nachfolgendem Abkühlen, Trocknen und Zermahlen. Bei dem Erhitzungsprozeß werden auch hier unzweifelhaft nicht unwesentliche Mengen von Albumosen, Peptonen sowie auch Leim gebildet, die im Fleisch bleiben. Im Norsk Landmandsblad 1902 werden Analysenergebnisse angegeben, nach denen das Rohprotein bei Walmehlen bis zu 22,85 v. H. Amidstoffe enthält, im Mittel 17,59 v. H. Wir werden weiter unten sehen, daß das Rohprotein im Walfischknochenmehl fast 50 v. H Amide enthält. Das F. M. G. sagt über die drei letzten Futtermittel im VII. Titel zu den Ausführungsbestimmungen § 61: „Walfischmehl, Walmehl, Walfischmehl fällt bei der Verarbeitung des Wales ab (Tranbereitung! d. V.). Benennungen, die den Anschein erwecken können, daß dieses Erzeugnis Fischmehl oder Fleischmehl gleichviel welcher Art sei, sind unzulässig. Wassergehalt beträgt im Durchschnitt 10 v. H.“

Die uns vorliegenden Futtermittel sind alle aus dem Handel bezogen, größtenteils aus Hamburg Das Fleischmehl wird gehandelt als „Carnarina Fleischfuttermehl Swifts Carnarina

[1]) V. Schenke, I. d. Landw. Vers. Stat. 1903 S. 58.

New Style 67,75 v.H. Protein", bezogen durch die Swifts Packing Company G. m. b. H. in Hamburg. Ihm ist ein parmesanartiger Geruch zu eigen; es ist mittelfein. Knochenpartikelchen sind mit dem bloßen Auge deutlich erkennbar. Unter dem Mikroskop sind neben Fleischfasern ein relativ großer Knochenanteil zu erkennen, vereinzelt auch Haare und Spuren vegetabilischer Bestandteile. Es ist anzunehmen, daß die beiden letzteren Bestandteile auf unbeabsichtigte Verunreinigungen (siehe Tierkörpermehl) zurückzuführen sind. Bei größeren Mengen müßte man allerdings auf eine eventuelle Verfälschung mit Kadavermehl schließen. Das Fleischknochenmehl wird gehandelt als „Südamerikanisches Knochenschrot ca. 45 v.H. Protein". Die beiden letzteren weisen einen durchaus nicht unangenehmen Geruch auf. In der Farbe ähneln sie sich. Beide sind ausgesprochen hellbraun im Gegensatz zu dem mittelbraunen Fleischmehl. Das Fleischknochenmehl „Cracklings", wie es auch benannt ist, fühlt sich fettig an; in beiden sind mit bloßem Auge ebenfalls Knochenpartikelchen zu erkennen.

Die beiden Walmehle, Nr. 1 und Nr. 2 bezeichnet, werden als „Walmehl 40 v.H. und 50 v.H. Protein" gehandelt. Das Walmehl Nr. 1 ist grob, ungleichmäßig, fettig sich anfühlend, unangenehm riechend und von dunkelbrauner Farbe, während Nr. 2 von mittelfeiner, staubig trockener Beschaffenheit und hell- bis mittelbraun gefärbt ist. Das Waltierknochenmehl endlich ist mit Ausnahme einiger weißgrauer Knochenstückchen pulverig fein, hellbraun und staubtrocken.

Chemischer Teil.

Die chemische Untersuchung richtet sich auch bei diesen Futtermitteln auf den Gehalt an Rohprotein, Eiweiß, Rohfett, Asche und Rohfaser und mit Ausnahme der beiden Fischmehlproben auch auf die Aschenbestandteile. Die Weender Futtermittelanalyse ergab die in nebenstehender Tabelle XII verzeichneten Werte.

Die Analysen der beiden Fischmehle zeigen bis auf den Proteingehalt, der über dem Durchschnitt liegt, normale Werte. Das fettarme Fischmehl hat trotz des fast doppelt so hohen Gehaltes an Amiden noch einen höheren Eiweißgehalt als das fettreiche. Der Aschegehalt beträgt 12,9 bzw. 15,2 v.H.

Die drei Nebenprodukte der Fleischextraktion zeigen das natürliche Steigen des Asche- und das gleichzeitige Fallen des Eiweißgehaltes. Während letzterer von 60,33 i. d. Tr. S. über 47,21 bis 37,44 v.H. fällt, steigt der Aschegehalt i. d. Tr. S. von 14,66 v.H. über 35,93 v.H. bis 49,39 v.H. Auch der Fettgehalt fällt mit dem Eiweißgehalt. Dasselbe Bild ergeben die drei Walprodukte, nur daß die Erscheinung hier noch schärfer

Tabelle XII.

	Fischmehl 1 fettarm		Fischmehl 2 fettreich		Fleischmehl „Carnarina“		Fleischknochenmehl „Cracklings“		Knochenschrot		Walmehl 1		Walmehl 2		Waltierknochenmehl	
	i. d. Orig. Subst. v. H.	i. d. Trock Subst. v. H	i. d. Orig. Subst. v. H.	i. d. Trock. Subst. y. H.	i. d. Orig. Subst. v. H.	i. d. Trock. Subst. v. H.	i. d. Orig. Subst. v. H.	i. d. Trock. Subst. v. H.	i. d, Orig. Subst. v. H.	i. d. Trock. Subst. v. H.	i. d. Orig. Subst. v. H.	i. d. Trock. Subst. v. H.	i. d. Orig. Subst. v. H.	i. d. Trock. Subst. v. H.	i. d. Orig. Subst. v. H.	i. d. Trock. Subst. v. H.
Feuchtigkeit	12,39	—	9,24	—	8,40	—	7,79	—	7,74	—	7,17	—	4,93	—	2,94	—
Rohprotein	73,68	84,10	68,58	75,57	67,76	73,97	48,90	53,03	37,51	40,66	56,20	60,54	39,35	41,39	18 80	19,37
Reineiweiß	64,15	73,22	63,38	69,83	55,26	60,33	43,53	47,21	34,54	37,44	42,91	46,22	27,00	28,40	9,52	9,81
Amide	9,53	10,88	5,20	5,73	12,50	13,65	5,37	5,82	2,97	3,22	13,29	14,32	12,35	12,99	9,28	9,56
N-freie Extrakt-Stoffe	—	—	—	—	0,29	0,32	1,88	2,04	1,14	1,24	2,19	2,36	2,96	3,11	3,53	3,64
Rohfett	1,13	1,29	10,68	11,77	10,12	11,05	8.30	9,00	7,42	8,04	12,09	13,02	10,35	10,89	10,07	10,37
Rohfaser	—	—	—	—	—	—	—	—	0,62	0,67	—	—	—	—	—	—
Asche (C- und Co_2-frei)	15,24	17,40	12,85	14,16	13,43	14,66	33,13	35,93	45,57	49,39	22,35	24,08	42,41	44,61	64,66	66,62

zu Tage tritt. Der Eiweißgehalt fällt hier von 46,22 v. H. über 28,40 v. H. bis 9,81 v. H. i. d. Tr. S., während der Aschegehalt von 24,08 v. H. über 44,61 v. H. bis 66,62 v. H. i. d. Tr. S. steigt. Es ist letzteres insofern wichtig, als man ein Futtermittel, von dem 66 v. H., also $^2/_3$, aus mineralischen Bestandteilen und dessen Rohproteingehalt zur Hälfte auch noch aus Amiden besteht, nicht mehr als proteinreiches, sondern höchstens als mineralstoffreiches Beifutter ansehen kann. Wir wollen jedoch weitere Betrachtungen bis zur Feststellung der verdaulichen Nährstoffe und des Stärkewertes zurückstellen. Auf Grund der chemischen Untersuchung der einzelnen Aschen ergab sich der Gehalt der Futtermittel an Mineralstoffen:

Tabelle XIII.

	Fleisch-mehl v. H.	Fleisch-knochen-mehl v. H.	Knochen schrot v. H.	Walmehl Nr. 1 v. H.	Walmehl Nr. 2 v. H	Waltier-knochen-mehl v. H.
HCl Unlöslich	0,49	0,25	0,11	0,19	0,18	0,38
Fe_2O_3	0,14	0,13	0.10	0,25	0,16	Spuren
CaO	5,91	17,63	25.00	11,16	23,87	36,04
MgO			Spuren			
Na_2O	1,16	1,07	0,97	0,67	1,16	0,92
K_2O	0,51	0,26	0,35	0,26	0,17	0,10
Cl	0,70	0,92	0,21	0,19	0,12	0,10
P_2O_5	4,79	12,83	18,20	8,47	16,29	25,79
S	0,16	0,19	0,16	0,15	0,20	0,05

Die Asche selbst setzt sich wie folgt zusammen:

Tabelle XIV.

	Fleisch-mehl v. H.	Fleisch-knochen-mehl v. H.	Knochen-schrot v. H.	Walmehl Nr. 1 v. H.	Walmehl Nr. 2 v. H.	Waltier-knochen-mehl v. H.
HCl Unlöslich	3,65	0,75	0,24	0,85	0,42	0,59
Fe_2O_3	1,04	0,39	0,22	1,12	0,38	—
CaO	44,01	53,21	54,86	49,93	56,28	55,74
Na_2O	8,64	3,23	2,13	3,00	2,74	1,47
K_2O	3,80	0,78	0,77	1,16	0,40	0,15
Cl	5,21	2,78	0,46	0.85	0,28	0,15
P_2O_5	35,67	38,73	39,94	37,90	38,41	39,89
S	1,19	0,57	0,35	0,67	0,47	0,08

In bezug auf den Analysengang verweise ich auf die oben gemachten Angaben. Ebenfalls ist dort auf die Bedeutung der Mineralstoffe für den tierischen Körper hingewiesen worden. Auf den sehr hohen Aschengehalt, besonders des Walmehls 2 und des Waltierknochenmehls, komme ich unten noch zu sprechen.

Verdaulichkeitsuntersuchungen.

Auch diese Futtermittel wurden auf ihre Verdaulichkeit hin untersucht und zwar durch Schweineversuche. Man kann sagen, daß mit Ausnahme der beiden Walmehle, besonders des Walmehles 1, die Tiere das Futter gerne aufnahmen. Die Walmehle wurden deshalb auch erst in kleinen Mengen gegeben, bis die Tiere sich daran gewöhnt hatten. Als Grundfutter diente bei allen Futtermitteln mit Ausnahme des Walmehles 2 und des Waltierknochenmehles Gerstschrot. Bei den beiden letzteren wurde wie bei dem Tierkörpermehl der Gerste Weizenschalenkleie zugelegt, da bei den Tieren I und II Verdauungsschwierigkeiten auftraten. Die Tiere III und IV erhielten deshalb von Anfang an sofort die beiden genannten Futtermittel als Grundfutter. Irgendwelche Beschwerden zeigten sich dann auch bei den Tieren nicht mehr. Die Mengen des Gerstschrotes sind häufig gewechselt. So erhielten die Tiere in den Fischmehlperioden 1200 gr, in den drei folgenden 1500 gr, in der dann folgenden nur 1000 gr. Später diente dann ein Gemisch von 500 gr Gerstschrot und 500 gr Weizenschalenkleie als Grundfutter. Das Gerstschrot, das an die Tiere I und II verfüttert wurde, enthielt in der wasserfreien Substanz: 10,44 v.H. Rohprotein, 9,89 v.H. Reineiweiß, 81,32 v.H. N-freie Extraktstoffe, 1,87 v.H. Rohfett, 3,53 v.H. Rohfaser und 2,84 v.H. Asche. Das Gerstschrot und die Weizenschalenkleie, das Grundfutter der Tiere III und IV, enthielten in der Trockensubstanz:

	Gerstschrot	Weizenschalenkleie
Rohprotein	10,28	19,72
Reineiweiß	9,69	17,63
N-freie Extraktstoffe	81,46	59,64
Rohfett	1,21	4,51
Rohfaser	4,27	9,97
Asche	2,78	6,16

In den einzelnen Perioden wurden gefüttert:

Tabelle XV.

	Luft-trocken gr	Trockenfütterung v. H.	gr
Periode a) Grundfutter: Gerstschrot	1500,0	84,16	1262,40
Periode b) Grundfutter: Gerstschrot	1200,0	84,27	1011,24
+ Fischmehl Nr 1	240,0	87,61	210,26
zusammen	1440,0	–	1221,50
Periode c) Grundfutter: Gerstschrot	1200,0	84,27	1011,24
+ Fischmehl Nr. 2	240,0	90,76	217,82
zusammen	1440,0	—	1229,06
Periode d) Grundfutter: Gerstschrot	1400,0	85,66	1199,24
+ Fleischmehl	300,0	91,46	274,38
zusammen	1700,0	—	1473,62
Periode e) Grundfutter: Gerstschrot	1400,0	85,66	1199.24
+ Fleischknochenmehl	250,0	92,43	231,08
zusammen	1650,0	—	1430,32
Periode f) Grundfutter: Gerstschrot	1000.0	85,49	854,90
+ Knochenschrot	250,0	92,52	231,30
zusammen	1250,0	—	1086,20
Periode g) Grundfutter: Gerstschrot	1400,0	85,66	1199,24
+ Walmehl Nr. 2	250,0	95,31	238,28
zusammen	1650,0	—	1437,52
Periode h) Grundfutter: Gerstschrot	500,0	81,58	457,90
Weizenschalen	500,0	88,20	441,00
zusammen	1000,0	–	898,90
Periode i) Grundfutter: Gerstschrot und Weizenschalen	1000,0	—	898,90
+ Walmehl Nr. 1	250,0	92,94	232,35
zusammen	1250,0	–	1131,25
Periode k) Grundfutter: Gerstschrot und Weizenschalen	500,0	87,71	438,55
	500,0	87,94	439,70
+ Waltierknochenmehl	250,0	97,12	242,80
zusammen	1250,0	—	1121,05

Die in den einzelnen Perioden täglich ausgeschiedenen Kotmengen waren:

Tabelle XVI a.

Datum	Stalltemperatur	1. Grundfutterperiode Schwein I Frischkot	Schwein I Kottrockensubstanz	Schwein II Frischkot	Schwein II Kottrockensubstanz	Datum	Stalltemperatur	Fischmehl 1 Schwein I Frischkot	Fischmehl 1 Schwein I Kottrockensubstanz	Fischmehl 2 Schwein II Frischkot	Fischmehl 2 Schwein II Kottrockensubstanz	Datum	Stalltemperatur	Fleischmehl „Carnarina" Schwein II Frischkot	Fleischmehl „Carnarina" Schwein II Kottrockensubstanz	Datum	Stalltemperatur	Fleischknochenmehl Schwein I Frischkot	Fleischknochenmehl Schwein I Kottrockensubstanz	Wahlmehl 2 Schwein II Frischkot	Wahlmehl 2 Schwein II Kottrockensubstanz
	°C	gr	gr	gr	gr		°C	gr	gr	gr	gr		°C	gr	gr		°C	gr	gr	gr	gr
1929						1929						1929				1929					
26.6.	16.2	755,0	193,22	1102,0	250,28	16.6.	18,5	670,0	191,01	483,0	149,60	28.7.	18,0	772,5	20),42	16.8.	19,0	455,0	130,76	980,0	331,47
27.6.	16.0	1055,0	258,32	1074,5	249,04	17.6.	18,5	895 5	263,01	864,5	246,89	29.7.	18,5	589,5	164,12	17.8.	19,0	1006,5	309,29	1118,5	378,13
28.6.	16,0	800,5	189,99	637,5	149,25	18.6.	18,5	751,0	221,05	751,0	214,08	30.7.	18,5	926,5	258,58	18.8.	19,0	944,5	295,61	922,5	311,05
29.6.	16,0	1022,5	235,47	904,5	208,99	19.6.	18,5	563,0	173,12	382,5	107,84	31.7.	18,0	387,0	111,76	19.8.	18,5	1071,5	339,89	706,5	248,37
30.6.	16,0	758,5	174,52	902,5	214,07	20.6.	19,5	421,0	140,56	669,0	191,59	1.8.	18,0	856,5	243,33	20.8	18,0	900,0	283,78	907,5	312,44
1.7.	16,0	919,5	210,54	809.5	191,00	21.6.	20,0	841,0	249,25	620,5	184,25	2.8.	18,0	1173,0	323,46	21.8.	17,5	722,0	246,46	688,5	230,73
i.M.	16,0	885,17	210,34	905,08	210,44	i.M.	19,0	690,25	206,33	628,42	182,38	i.M.	18.1	784,1	218,45	i.M.	18,5	849,91	267,63	887,25	302,03

Tabelle XVIb.

Datum	Stalltemperatur	Knochenschrot Schwein I		Datum	Stalltemperatur	2. Grundfutterperiode Schwein III		Schwein IV		Datum	Stalltemperatur	Walmehl Nr. I Schwein III		Datum	Stalltemperatur	Walfierknochenmehl Schwein III	
		Frischkot	Kottrockensubstanz			Frischkot	Kottrockensubstanz	Frischkot	Kottrockensubstanz			Frischkot	Kottrockensubstanz			Frischkot	Kottrockensubstanz
	°C	gr	gr		°C	gr	gr	gr	gr		°C	gr	gr		°C	gr	gr
1929				1929						1929				1929			
30.8.	19,0	537,0	228,57	16.9.	18	1304,5	214,96	997,8	197,18	29.9.	14	1408,0	329,35	11.10	13	1591,8	426,57
31.8.	19,5	514,0	204,90	17 9.	18	1807,0	298,18	1677,5	319,31	30.9.	15	1529,8	350,64	12.10.	13	1640,3	434,53
1.9.	20,0	728,5	286,58	18.9.	18	1444,5	258,04	1179,1	226,85	1.10.	15	1451,5	323,86	13.10.	13	1304,5	352,09
2.9.	20 0	540,5	223,70	19.9.	18	1533,1	266,20	1410,4	270,15	2.10.	14	1751,8	355,44	14.10.	13	1712,3	450,65
3.9.	20,0	561,5	222,07	20.9.	17	850,5	157,82	1273,3	251,88	3.10.	13,5	1489,0	316,31	15.10	14	1510,0	375,13
4.9.	19,0	966,5	363,62	21.9.	16	1246,5	237,18	1385,5	285,03	4.10.	13,5	1265,8	265,72	16 10.	13	1478,3	372,89
i.Mitt.	19,5	641,33	254,91	i.Mitt	17,5	1364,35	238,73	1320,6	258,40	i.Mitt.	14,0	1482,65	323,55	i.Mitt.	13,0	1539,53	401.98

Tabelle XVII enthält die Zusammensetzung der Kote in den Grundfutter- und Hauptperioden:

Tabelle XVII.

	Organ. Substanz v. H.	Roh-protein v. H.	N-freie Extrakt-stoffe v. H.	Roh-fett (Äther-Extrakt) v. H.	Rohfaser v. H.	Asche (C- und CO_2-frei) v. H.
1. Grundfutterper.						
Schwein I	88,33	13,97	45,38	7,27	21,71	11,67
Schwein II	88,17	13,97	45,02	7,38	21,80	11,83
Period. Fischmehl I						
Schwein I	86,07	17,60	43,83	6,13	18,51	13,93
Period. Fischmehl II						
Schwein II	86 23	18,77	42,22	7.63	17.61	13,77
Period. Fleischmehl						
Schwein II	86,83	19,91	43,48	4,56	18,88	13,17
Periode Fleisch-knochenmehl						
Schwein I	76,64	13.17	46,12	2,02	15,33	23,36
Periode Walmehl 2						
Schwein II	72,83	16,06	44.09	2,08	10,60	27,17
Per. Knochenschrot						
Schwein I	62,51	10,56	35,41	1,90	14,64	37,49
2. Grundfutterper.						
Schwein III	87,79	15,04	45,59	4,28	22,88	12,21
Schwein IV	87,61	16,10	46,02	4,41	21,08	12,39
Periode Walmehl I						
Schwein III	82,33	22,59	41,08	3,02	15,64	17,67
Periode Waltier-knochenmehl						
Schwein III	61,38	11,68	33,55	3,48	12,67	38,62

Die Verdaulichkeit des Grundfutters errechnet man wie folgt:

Tabelle XVIII.

	Trocken-Substanz gr	Organ. Substanz gr	Roh-protein gr	N-freie Extrakt-stoffe gr	Roh-fett gr	Roh-faser gr	Asche (C- u. CO_2-frei) gr
Schwein I							
1500 gr Gerstschrot	1262,40	1226,55	131.79	1026,60	23,60	44,56	35,85
scheidet m. d. Kot aus	210,34	185,79	29,38	95,45	15,29	45,67	24,55
verdaut in gr	1052,06	1040,76	102,41	931,15	8,31	—	11,30
verdaut v. H.	83,34	84.85	77,71	90,70	35,21	—	31,52
Schwein II							
verz. i. Gerstschrot	1262,40	1226,55	131.79	1026.60	23,60	44,56	35,85
scheidet m. d. Kot aus	210,44	185,55	29,40	94,74	15,53	45,88	24,89
verdaut in gr	1051,96	1041,00	102,39	931,86	8,07	—	10,96
verdaut v. H.	83,33	84,87	77,69	90,77	34,19	—	30,57

Die Übereinstimmung der Tiere I und II hinsichtlich der Verdaulichkeit des Gerstschrots ist demnach eine recht gute. Die Verdaulichkeit des Grundfuttergemisches Gerstschrot und Weizenschalenkleie siehe oben Tabelle VII dieses Teils.

Die Zusammensetzung der Futterrationen in den Hauptperioden ist aus folgender Tabelle ersichtlich:

Tabelle XIX.

	Trocken-Substanz	Organ. Substanz	Roh-protein	Rohfett	Asche
	gr	gr	gr	gr	gr
Fischmehl Nr. 1					
1200 gr Gerstschrot	1011,24	982,52	105,57	18,91	28,72
240 gr Fischmehl Nr. 1	210,26	173,67	176,83	2,71	36,59
Gesamtverzehr	1221 50	1156.19	282,40	21,62	65,31
Fischmehl Nr. 2					
1200 gr Gerstschrot	1011,24	982,52	105,57	18,91	28,72
240 gr Fischmehl Nr. 2	217,82	186,98	164,61	25,64	30,84
Gesamtverzehr	1229.06	1169,50	270,18	44,55	59.56
Fleischmehl					
1400 gr Gerstschrot	1199,24	1165,16	125,20	22,43	34,06
300 gr Fleischmehl	274,38	234,16	202,96	30 32	40.22
Gesamtverzehr	1473,62	1399 34	328,16	52.75	74,28
Fleischknochenmehl					
1400 gr Gerstschrot	1199,24	1165,18	125,20	22,43	34,06
250 gr Fleischknochenm.	231,08	148,05	122.54	20,80	83,03
Gesamtverzehr	1430,32	1313,23	247,74	43,23	117,09
Walmehl Nr. 2					
1400 gr Gerstschrot	1199,24	1165,18	125.20	22,43	34,06
250 gr Walmehl Nr. 2	238.28	131,98	98,62	25,95	106,30
Gesamtverzehr	1437,52	1297,16	223.82	48,38	140,36
Knochenschrot					
1000 gr Gerstschrot	854 90	830,62	89,25	15.99	24,28
250 gr Knochenschrot	231,30	117,06	94,05	18,60	114.23
Gesamtverzehr	1086,20	947,68	183,30	34,59	138,51
Walmehl Nr. 1					
500 gr Gerstschrot	457,90	445,17	47,07	5,54	12,73
500 gr Weizenschalen	441,00	413,84	86,97	19,89	27,16
250 gr Walmehl Nr. 1	232,35	176.40	140.67	30,25	55,95
Gesamtverzehr	1131,25	1035,41	274,71	55,68	95,84
Waltierknochenmehl					
500 gr Gerstschrot	438,55	426,36	45,08	5,31	12,19
500 gr Weizenschalen	439,70	412,62	86,71	19,83	27,08
250 gr Waltierknochm.	242,80	81.05	47,03	25,18	161,75
Gesamtverzehr	1121,05	920,03	178,82	50,32	201.02

Die Verdaulichkeit der betreffenden Futtermittel errechnet sich wiederum folgendermaßen:

Tabelle XX.

	Trocken-Substanz gr	Organ. Substanz gr	Roh-protein gr	Rohfett gr
Fischmehl Nr. 1				
Schwein I verzehrt	1221,50	1156,19	282,40	21,62
„ scheidet im Kot aus	206,33	177,58	36,31	12,65
„ verdaut im ganzen	1015,17	978,61	246,09	8,97
„ „ v. Grundfutter	842,76	833,70	82,04	6,66
„ „ v. Fischmehl	172,41	144,91	164,05	2,31
Fischmehl Nr. 2				
Schwein II verzehrt	1229,06	1169,50	270,18	44,55
„ scheidet im Kot aus	182 38	157,27	34,23	13,92
„ verdaut im ganzen	1046,68	1012,23	235,95	30.63
„ „ v. Grundfutter	842,67	833,89	82,02	6,46
„ „ v. Fischmehl	204,01	178,34	153,93	24,17
Fleischmehl				
Schwein II verzehrt	1473,62	1399,34	328,16	52,75
„ scheidet im Kot aus	218,45	189,68	43,49	9,96
„ verdaut im ganzen	1255,17	1209,66	284,67	42,79
„ „ v. Grundfutter	999,33	988,92	97,27	7,67
„ „ v. Fleischmehl	255,84	220,74	187,40	35,12
Fleischknochenmehl				
Schwein I verzehrt	1430,32	1313,23	247,74	43,23
„ scheidet im Kot aus	267,63	205,11	35,25	5,40
„ verdaut im ganzen	1162,69	1108,12	212,49	37,83
„ „ v. Grundfutter	999,42	988,69	97,29	7,89
„ „ v.Fleischknochm.	163,27	119,43	115,20	29,94
Walmehl Nr. 2				
Schwein II verzehrt	1437,52	1297,16	223,82	48,38
„ scheidet im Kot aus	302,03	219,07	48,51	6,28
„ verdaut im ganzen	1135,49	1077,19	175,31	42,10
„ „ v. Grundfutter	999,33	988,92	97,27	7.67
„ „ v.Walmehl Nr.2	136,16	88,27	78,04	34,43
Knochenschrot				
Schwein I verzehrt	1086,20	947,68	183,30	34,59
„ scheidet im Kot aus	254,91	159,34	26,92	4,84
„ verdaut im ganzen	831,29	788,34	156,38	29,75
„ „ v. Grundfutter	712,46	704,80	69,35	5,63
„ „ v.Knochenschrot	118,83	83,54	87,03	24,12
Walmehl Nr. 1				
Schwein III verzehrt	1131,25	1035,41	274,71	55,68
„ scheidet im Kot aus	323,55	266,38	73,09	9,77
„ verdaut im ganzen	807,70	769,03	201,62	45,91
„ „ v. Grundfutter	660,17	649,43	98,14	15.21
„ „ v. Walmehl 1	147,53	119,60	103,48	30,70
Waltierknochenmehl				
Schwein III verzehrt	1121,05	920,03	178,82	50,32
„ scheidet im Kot aus	401,98	246,73	46,95	13,99
„ verdaut im ganzen	719,07	673,30	131,87	36,33
„ „ v. Grundfutter	625,79	618,09	90,32	13,71
„ „ v.Waltierknochm.	93,28	55,21	41,55	22,62

Tabelle XXI gibt uns Übersicht über die in Prozenten verdauten einzelnen Nährstoffgruppen (Verdauungskoeffizienten):

Tabelle XXI.

	Trockensubstanz	Organische Substanz	Rohprotein	Rohfett
Fischmehl 1	82,00	83,4	92,8	85,2
Fischmehl 2	93,7	95,4	93,5	94,3
Fleischmehl	93,2	94,3	92,3	100,0
Fleischknochenmehl	70,66	80,7	94,0	100,0
Walmehl 2	57,1	66,9	79,1	100,0
Knochenschrot	53,4	71,4	92,5	100,0
Walmehl 1	63,5	67,8	73,7	100,0
Waltierknochenmehl	38,4	68,1	88,4	89,8

Man ersieht, daß die Verdauungskoeffizienten für Protein in allen Futtermitteln mit Ausnahme der drei Walprodukte über 90 liegen. Ebenfalls weist die organische Substanz durchweg hohe Verdauungskoeffizienten auf. Die verdaulichen Nährstoffe und Stärkewerte der untersuchten Futtermittel sind bei der Zugrundelegung der Wertigkeit 100 folgende:

Tabelle XXII.

	Fischmehl Nr. 1 v. H.	Fischmehl Nr. 2 v. H.	Fleischmehl v. H.	Fleischknochenmehl v. H.	Walmehl 2 v. H.	Knochenschrot v. H.	Walmehl 1 v. H.	Waltierknochenmehl v. H.
Rohprotein	78,02	70,67	68,30	49,85	32,75	37,63	44,59	17,11
Eiweiß	67,14	64,94	54,65	44,03	19,76	34,41	30,27	7,55
Rohfett	1,10	11,10	11,05	9,00	10,89	8,04	13,02	9,32
Stärkewert	65,76	87,79	78,00	63,08	44,81	51,73	59,83	29,56

Die Fischmehle sind beide im ganzen sehr gut verdaulich und weisen besonders hohe Zahlen für verdauliches Eiweiß und Stärkewert auf. Durch den hohen Fettgehalt des Fischmehls Nr. 2 erhöht sich natürlich der Stärkewert um ein Beträchtliches. Bemerkt sei noch, daß sämtliche Verdauungskoeffizienten des fettreichen Fischmehles höher liegen als die des fettarmen.

In 100 kg würden auf Lufttrockensubstanz bezogen bei Annahme einer Feuchtigkeit von 10 v. H. die Fischmehle enthalten:

Fischmehl fettarm: 60,43 kg verdauliches Eiweiß
59,18 kg Stärkewerte
Fischmehl fettreich: 58,45 kg verdauliches Eiweiß
79,01 kg Stärkewerte.

Die drei Produkte der Fleischextraktfabrikation weisen für Protein gleich dem Fischmehl sehr hohe Verdauungskoeffizienten auf, die sich mit 92, 93 und 94 untereinander kaum unterscheiden. Diejenigen für Trockensubstanz und organische Substanz fallen mit zunehmendem Aschegehalt, wie überhaupt der Aschegehalt für diese und für die drei letzten Futtermittel der treibende Faktor ist. Trotz des hohen Aschegehaltes aber von rund 50 v. H. in der Trockensubstanz weist das Knochenschrot bei 10 v. H. Feuchtigkeit noch einen Stärkewert von 46,56 in 100 kg und 30,97 kg verdauliches Eiweiß auf. Fleischmehl enthält in 100 kg bei Annahme von 10 v.H. Feuchtigkeit 49,2 kg verdauliches Eiweiß und 70,2 kg Stärkewert und das Fleischknochenmehl 39,63 kg verdauliches Eiweiß und 66,8 Stärkewert.

Was das Rohfett betrifft, so fällt auf, daß in den meisten Fällen der auf die betreffenden Futtermittel entfallende Anteil an verdautem Rohfett meistens etwas höher herausgekommen ist als die mit dem Futter überhaupt verfütterte Fettmenge. Eine Erklärung hierfür ist wohl nur in den unvermeidlichen Analysenfehlern zu suchen. In allen diesen Fällen ist natürlich der Verdauungskoeffizient für Rohfett über 100 errechnet, jedoch gleich 100 gesetzt.

Bei den Abfallprodukten der Tranbereitung, den beiden Walmehlen und dem Waltierknochenmehl sinkt mit steigendem Aschegehalt alles, Feuchtigkeit, Protein, Amide und Fett. Enthält Walmehl 1 noch 60,5 v. H. Rohprotein in der Trockensubstanz, so sinkt dasselbe über 41,4 v.H. im Walmehl Nr. 2, auf 19,37 v.H. im Waltierknochenmehl. Der Amidgehalt dieser drei Futtermittel ist sehr hoch. Während die beiden Fischmehle im Durchschnitt 8,3 v.H. und die Fleisch- und Knochenmehle 7,6 v.H. in der Trockensubstanz enthalten, weisen die Walmehle im Mittel 12,3 v. H. Amide auf. Es ist schon oben über die Entstehung der Amide gesprochen worden, Substanzen, die weniger amidartiger Natur sind, sondern vielmehr Albumosen, Peptone, Leimsubstanzen und Fleischbasen, die sich bei der Herstellung bilden. Die Folge sind auch die verhältnismäßig niedrigen Verdauungskoeffizienten, die bei den Walprodukten für Protein unter 90 liegen. Der Amidgehalt fällt von 14 über 13 bis 9 v.H., während gleichzeitig der Proteingehalt von 73 über 79 bis 88 v.H. steigt. Die Werte für verdauliches Eiweiß fallen von 30 über 19 auf 7 v.H. Bei dem Waltierknochenmehl bestehen sogar ca. 50 v.H. des Rohproteins aus Nichteiweißstoffen.

Diese drei Futtermittel enthalten in 100 kg bei Annahme einer Feuchtigkeit von 10 v.H. folgende Mengen verdauliches Eiweiß und Stärkewerte:

	Verdauliches Eiweiß	Stärkewert
Walmehl 1	27,2	53,9
Walmehl 2	17,8	40,3
Waltierknochenmehl	6,8	26,6

Außer dem Walmehl 1, dessen Stärkewert noch etwas höher liegt als der des Knochenschrotes, wohingegen sein Gehalt an verdaulichem Eiweiß etwas geringer ist, besitzen die letzteren Futtermittel bedeutend geringeren Wert als alle anderen hier behandelten. Das wird sowohl durch den Amid-, als auch durch den Aschegehalt hervorgerufen.

Man kommt so zu dem Schluß, daß Fleischmehl, Fleischfuttermehl, Knochenschrot und vielleicht noch Walmehl Nr. 1 im großen Ganzen dem Fischmehl ebenbürtige Futtermittel sind. Walmehl 2 und Waltierknochenmehl sind in der Hauptsache als mineralstoffreiche Futtermittel anzusehen.

Zusammenfassung.

Zunächst wurde die Entwicklung des Abdeckereiwesens kurz besprochen. Ferner wurden die Systeme, nach denen heute in Deutschland Tierkörpermehle hergestellt werden, im Prinzip geschildert. Auf Grund verschiedener Gutachten über Tierkörpermehle kam man zu dem Schluß, daß bei ordnungsgemäßem Betrieb die heutigen Tierkörperverwertungsanstalten ein brauchbares Futtermittel produzieren können, das Gesundheitsschädigungen bei Tieren nicht hervorruft.

Das Tierkörpermehl ist als gut verdaulich zu betrachten. Bemerkenswert ist jedoch sein hoher Amidgehalt, dem ein verhältnismäßig niedriger Wert für verdauliches Eiweiß entspricht.

Die beiden Fischmehle, fettreich und fettarm, sind beide aus dem gleichen Material hergestellt, das erstere durch Auspressen, das letztere durch Extrahieren. Sie sind normal zusammengesetzt und gut verdaulich. Das fettreiche besitzt die höheren Verdauungskoeffizienten und den höheren Stärkewert. Das fettarme Fischmehl enthält mehr verdauliches Eiweiß.

Im Fleisch-, Fleischknochenmehl und Knochenschrot, in den Walmehlen und dem Waltierknochenmehl steigt der Eiweißgehalt mit abnehmenden Aschegehalt. Mit Ausnahme des Walmehles Nr. 2 und des Waltierknochenmehls sind diese Futtermittel im großen Ganzen dem Fischmehl ebenbürtig. Der Güte nach wäre die Reihenfolge: Fleischmehl, Fleischknochenmehl, Knochenschrot und Walmehl 1. Walmehl Nr. 2 und Waltierknochenmehl sind wegen des geringen Gehaltes an verdaulichem Eiweiß und Stärkewerten und wegen des hohen Aschegehaltes als eiweißreiches Beifutter zu verwerfen.

Literaturangabe.

H. Haefcke, Handbuch des Abdeckereiwesens, Berlin 1906.

H. Haefcke, Technische Verwertung von tierischen Kadavern, Wien 1899.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. Honcamp, Direktor der Landwirtschaftlichen Versuchsstation, meinen ergebensten Dank für die gütige Zuweisung des Themas, für die Überlassung des benötigten Materials und für das jederzeit meiner Arbeit entgegengebrachte Interesse zum Ausdruck zu bringen.

Lebenslauf.

Am 23. November 1904 wurde ich in Kaltenkirchen (Holstein) als Sohn des Apothekers Carl Eichler geboren. Ich bin evangelisch-lutherischer Konfession und besitze die meckl.-schwerin. Staatsangehörigkeit. Meinen ersten Unterricht erhielt ich an der Bürgerschule in Goldberg i. Mecklb., wohin meine Eltern 1905 übergesiedelt waren. Ostern 1913 trat ich in die dortige Privatrealschule ein und Ostern 1918 in die Untersekunda des Realgymnasiums zu Güstrow. Dort bestand ich im Herbst 1922 die Reifeprüfung, um Apotheker zu werden. Das erste halbe Jahr der Lehrzeit verbrachte ich in der väterlichen Apotheke in Goldberg, die restlichen 1 ½ Jahre in Grevesmühlen. Im September 1924 bestand ich in Rostock das pharmazeutische Vorexamen, das Assistentenjahr verbrachte ich teils in Goldberg, teils in Lübeck. Im W.S. 1925/26 bezog ich die Universität Marburg, legte dort im Mai 1928 das pharmazeutische Staatsexamen ab und bin seit dem W.S. 1928/29, nachdem ich im Sommer 1928 in der Apotheke in Goldberg tätig war, in der Landwirtschaftlichen Versuchsstation mit meiner Arbeit beschäftigt.